

**Univerzita Karlova v Praze**

**1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapeut



**Anna Kvízová**

Vliv kombinace potravních suplementů na tělesné složení  
u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě

The effect of the combination of dietary supplements on the body composition of single-  
sex twins with comparable sports activity

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilík, CSc.

Praha, 2018

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem všechny použité prameny uvedla a řádně citovala a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s uložením elektronické verze této bakalářské práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, dne 24.4. 2018

.....  
*Kvízová*

**Anna Kvízová**

Identifikační záznam:

KVÍZOVÁ, Anna. Vliv kombinace potravních suplementů na tělesné složení u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě. [The effect of the combination of dietary supplements on the body composition of single-sex twins with comparable sports activity]. Praha, 2018. 51 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, 1. Lékařská fakulta, III.interní klinika. Vedoucí práce doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

### **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu doc. MUDr. Zdeňku Vilikusovi, CSc. za odborné vedení, rady a trpělivost při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své sestře, bez které by tato práce nemohla vzniknout a v neposlední řadě celé mé rodině, která mě během studia celou dobu podporovala.

# Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o vlivu kombinace potravních suplementů na tělesné složení u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě. Teoretická část práce zahrnuje výživu z obecného hlediska a významu jednotlivých makroživin, mikroživin ve sportu. Jsou zde zmíněné i vybrané druhy doplňků sportovní výživy, které jsou v dnešní době hojně využívány za účelem podpory výživy k dosažení např. lepší výkonnosti, lepšího zotavení po sportovním výkonu, k nárůstu svalové tkáně apod. Dále teoretická část pojednává o výživě jednotlivých populačních skupin od inaktivních jedinců až po vrcholové sportovce. Praktická část práce se zaměřuje na výzkum, jehož cílem je zjištění rozdílu úbytku tělesné tukové hmoty, zvýšení tělesné svalové hmoty a zvýšení hodnoty bazálního metabolického výdeje u jednovaječných dvojčat po dobu tří měsíců. V dnešní době se mnoho jedinců, především žen, rozmyšlí, zda zařadit suplementy k dosažení lepších výsledků a výkon i přesto, že netrénují na stejné úrovni jako např. vrcholoví sportovci či vysoce vytrvalostní. Po celou dobu výzkumu měly oba zkoumané subjekty stejný stravovací režim, tréninkový program, rozdíl byl pouze v užívání určených suplementů u jednoho z dvojčat (subjekt 1). Ke zjištění hodnot tělesných kompozic na začátku a na konci výzkumu bylo použito bioimpedanční měření pomocí přístroje InBody 230. Měřením bylo zjištěno, že úbytek tukové tkáně bylo u obou subjektů stejný, jak se předpokládalo a u subjektu 1 tedy u toho, který užíval suplementy, došlo k vyššímu nárůstu svalové tkáně a hodnoty bazálního metabolického výdeje. Ukazuje se, že k úbytku tukové tkáně, kterou ženy nejčastěji řeší, mají největší vliv správné stravovací návyky, pravidelný pohyb, a tedy pokud nesportují na vyšší úrovni, nemusí zařazovat suplementy, aby dosáhly rychlejšímu úbytku tukové tkáně.

Klíčová slova: stravovací návyky, suplementy, tuková tkáň, výživa

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the influence of the combination of dietary supplements on the body composition of single-sex twins with comparable sports activity. The theoretical part of the thesis includes nutrition from the general point of view and the importance of individual macronutrients and micronutrients in sport. There are mentioned also selected types of sports nutrition supplements, which are widely used in order to support nutrition to achieve better performance, better recovery after sports performance, muscle tissue growth etc. The theoretical part deals with the nutrition of individual population groups from inactive individuals to the top athletes. The practical part of the thesis focuses on research aiming at the detection of the difference in body fat loss, the increase in body muscle mass and the increase of the basal metabolic rate in single-sex twins for three months. Nowadays, many individuals, especially women, are considering whether to add supplements to achieve better results and performance even though they do not train at the same level as top athletes or high endurance ones. Throughout the research, both subjects had the same diet regimen, a training program, the only difference was in the use of specified supplements in one of the twins (subject 1). To determine body composition values at the beginning and end of the study, bioimpedance measurements were used with the InBody 230 instrument. By measuring, it was found that the fat loss of the two subjects was the same as predicted, and in subjects who received the supplements increased muscle tissue and basal metabolic rate. It turns out that fatty tissue loss, which women most often solve, has the greatest influence on proper eating habits, regular movement, and therefore, if they are not at a higher level, do not need to add supplements to achieve faster fat loss.

**Keywords:** eating habits, supplements, fatty tissue, nutrition

# Obsah

1. Úvod	8
1.1 Cíl bakalářské práce	8
1.2 Úvod do problematiky	8
Teoretická část	9
2. Význam výživy ve sportu	9
3. Energetická bilance	10
3.1 Energetický příjem	10
3.2 Energetický výdej	21
3.2.1 Bazální metabolismus	21
3.2.2 Fyzická aktivita	23
3.2.3 Termický efekt potravy	24
3.3 Pitný režim	25
3.4 Doplnky stravy	26
4. Výživa jednotlivých populačních skupin	29
4.1 Výživa inaktivních jedinců	30
4.2 Výživa rekreačních sportovců	30
4.3 Výživa vytrvalostních sportovců	30
4.4 Výživa vrcholových sportovců	32
Praktická část	34
5. Výzkum	34
5.1 Stanovení hypotéz	34
5.2 Postup provedení výzkumu	34
5.3 Výsledky	39
5.4 Diskuze	40
6. Závěr	46
Seznam použitých zkratk	47
Seznam použité literatury	48
Seznam tabulek	50
Seznam grafů	51
Seznam obrázků	51

# 1. Úvod

## 1.1 Cíl bakalářské práce

Cílem výzkumu bakalářské práce je zjištění rozdílu úbytku tělesné tukové hmoty, zvýšení tělesné svalové hmoty a zvýšení hodnoty bazálního metabolického výdeje u jednovaječných dvojčat po dobu tří měsíců, kdy měla stejný stravovací režim a tréninkový program. Jediný rozdíl bude v tom, že jedno z dvojčat (subjekt 1) bude užívat určené suplementy před a po tréninku.

## 1.2 Úvod do problematiky

Výživa je zdrojem energie a všech látek, které naše tělo potřebuje, aby byl zajištěn optimální přívod energie a všech potřebných živin včetně vody. Současný životní styl většiny populace žijící v rozvinutých zemích je obecně označován jako nezdravý způsob života, vzhledem k nedostatku pohybových aktivit, nadbytkem snadno dostupných, energeticky bohatých potravin, psychickou zátěží, kouřením a nadměrné konzumace alkoholu. Vyrůstá počet civilizačních onemocnění a o nárůstu nadváhy a obezity ani nemluvě.

V dnešní době se jedinci, především ženy, snaží snížit hmotnost často pomocí nesmyslných diet, které jim mohou v důsledku nakonec ublížit. Je důležité si uvědomit, že aby bylo shazování zdravé, úspěšné a bezpečné, je důležité mít vhodně nastavenou stravu a v neposlední řadě zařadit pohybovou aktivitu, která každého jedince baví. Naneštěstí v dnešní době je na trhu tolik prostředků, o kterých si jedinci myslí, že jim urychlí jejich proces, že často nevědí, co mají dělat. Každý jedinec je individuální, na každého platí něco jiného a také záleží kdo má jaký cíl, někdo cvičí pro radost, někdo na vrcholové úrovni a nejde všechny srovnávat v jedné řadě. Na základě mnoha studií bylo prokázáno, že kvalitní a vyvážená strava zlepšuje výkon, napomáhá při regeneraci svalů a celého organismu po fyzickém výkonu.

Ve svém zaměstnání jsem se setkala s mnoha klientkami, které se mě ptaly, zda mají ke cvičení používat jeden druh suplementu, za pár dní jiný, a přitom v jejich případě postačila jen úprava stravování a pravidelný režim k tomu, aby dosáhly svých cílů, což ve většině případů bylo ubrat na tukové tkáni. Na základě tohoto jsem se rozhodla zvolit si téma bakalářské práce „Vliv kombinace potravních suplementů na tělesné složení u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě“, který je i v souladu se studovaným oborem.



# **Teoretická část**

## **2. Význam výživy ve sportu**

Výživa je jednou z nejdůležitějších součástí sportovce. Může zvýšit sportovní výkonnost a její kvalita výrazně mění schopnost absolvovat fyzickou zátěž. Výživa ve sportu je také úzce spjata s energetickým metabolismem a zdravotním stavem každého jedince bez ohledu na úroveň provozování sportu. Lze říci, že k výbornému zdraví a kvalitnímu tréninku je nutná dlouhodobá a kvalitní výživa, která však nemůže odstranit dědičné nedostatky i když je u některých případů může výrazně zredukovat.

Zvláštní pozornost výživě bychom měli věnovat zejména ve vrcholovém a výkonnostním sportu. Často dochází k přetěžování organismu vzhledem k velkým nárokům, a právě výživa přímo ovlivňuje tréninkovou kapacitu organismu a samotnou výkonnost sportovce. Nevystačí si tedy s běžnou stravou. Rekreační sportovci nepřetěžují svůj organismus a nenutí ho k opakovaným maximálním výkonům, které vyžadují delší regeneraci. Samozřejmě, ale i jako oni, by měli dbát na výživu nesportovci, kteří si mohou při dlouhodobém neracionálním stravování mohou dříve či později zadělat na zdravotní problémy.

Výživa je důležitá z obecného hlediska pro udržování a stavbu buněk, hormonální a enzymatickou regulaci látkové výměny, lepší funkci imunitního a antioxidantního ochranného systému či k dodání energie, což právě bývá pro sportovce často limitujícím faktorem výživy. Získávání energie zahrnuje tři základní živiny, sacharidy, tuky a bílkoviny a dále nelze opomenout důležité složky jako jsou například vitamíny, minerální látky a jiné.

Je nutné si uvědomit, že bez správné výživy nelze dosáhnout skvělých sportovních výkonů, naopak špatná může podstatně výkon snížit (např. energeticky nedostatečná).

Obecná doporučení týkajícího se správného stravování pro sportovce může shrnout takto:

- pestrost stravy v přiměřeném množství,
- více malých porcí několikrát denně,
- upřednostnění příjmu polysacharidů – složených cukrů (tj. celozrnné potraviny, luštěniny, zeleninu, ovoce, aj.),
- šetřit biologicky aktivní živiny,
- omezit jednoduché cukry, skryté tuky v potravinách,
- omezit spotřebu soli a nahradit je bylinkami a kořením.

### 3. Energetická bilance

Energii, kterou každý jedinec potřebuje k životu může získat z chemické energie látek, které jsou obsaženy v potravě či v podobě energetických rezerv v organismu. Ty se tvoří z látek uvnitř organismu, které byly následně přeměněny na energetické substráty. Dále lze energii získávat z okolí, například z infračerveného slunečního záření či z vyhřátého prostředí, ale jedná se o nepatrnou část energie.

Energetická bilance se měří dle mezinárodní měrové soustavy SI. v kilojoulech (kJ). Používaná jednotka je i kilokalorie (kcal), která odpovídá 4,1868, kJ [2].

Energetická bilance nám zahrnuje energetický příjem a výdej. Ideální stav pro tuto bilanci je takový, kdy je výdej a příjem v rovnováze a udržuje se tak stálá tělesná hmotnost. Přijatelná je i bilance pozitivní, při které se živiny přeměňují na aktivní tkáň, například při tréninku, který vede k zmnožení aktivní svalové hmoty. Energetická bilance bývá ale v mnoha případech odchýlená od rovnováhy a může jít o:

- **pozitivní bilanci organismu**, při které je nadbytečná energie z přijatých živin ukládána ve formě zásobního tělesného tuku. Jedná se o zvýšení příjmu a snížení výdeje,
- **negativní bilanci organismu**, kdy je naopak snížen energetický příjem, zvýšen výdej a dochází k poklesu tělesné hmotnosti. Ubývá nám jak tuková, tak i svalová hmota, čímž si z dlouhodobého hlediska poškozujeme zdraví.

#### 3.1 Energetický příjem

Náš organismus získává energii metabolismem základních složek potravy, sacharidů, bílkovin, tuků a zahrnovaný je i alkohol.

Základní složky výživy, které označujeme jako živiny rozdělujeme na dvě skupiny:

- **Makronutrienty** – do této skupiny zařazujeme sacharidy, bílkoviny, tuky a alkohol. Jsou to hlavní výživné látky, které jsou do organismu dodávány velkým množstvím a v těle jsou oxidovány. Jedná se o hlavní a jediný zdroj energie. Jejich množství energie závisí na podílu živin ve stravě. Fyziologické energetické hodnoty základních živin jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Fyziologická energetická hodnota živin [1]

Fyziologická hodnota energie (1 g)	kcal	kJ
<b>sacharidy</b>	4,1	17
<b>bílkoviny</b>	4,1	17
<b>tuky</b>	9	37
<b>alkohol</b>	7	29

- **Mikronutrienty** – do této skupiny řadíme vitamíny, minerály. Dají se dle přijímaného množství dělit na makroelementy (dávky větší než 100 mg denně), mikroelementy (dávky od 1 do 100 mg) a stopové prvky (mikrogramové dávky denně) [1]. Nejsou to nositeli energie pro organismus, ale jsou nezbytné pro odbourávání hlavních výživných látek.

### Sacharidy a jejich význam ve sportu

Sacharidy neboli cukry jsou významný zdroj energie. Po chemické stránce jsou to organické sloučeniny patřící do skupiny polyhydroxyderivátů karbonylových sloučenin (aldehydů a ketonů).

Sacharidy rozdělujeme na:

- **monosacharidy** – mezi monosacharidy řadíme glukózu (hroznový cukr) a fruktózu (ovocný cukr). Jsou konečným produktem metabolismu polysacharidů a pro náš organismus jsou primárním zdrojem energie. Můžeme je najít například v ovoci, medu a v mnoha dalších potravinách,
- **disacharidy** – nejznámější představiteli jsou sacharóza (řepný cukr), laktóza (mléčný cukr) a maltóza (sladový cukr). Můžeme je najít v obilovinách, luštěninách, javorovém sirupu, mléce, ovoci či zelenině,
- **oligosacharidy** – obsahují například rafinózu a stachyózu a jsou obsaženy například v artyčok či cibuli,
- **polysacharidy** – představitelem je škrob, glykogen či vláknina a jsou obsaženy například v rýži, těstovinách, bramborách, chlebu či zelenině.

Příklady potravin obsahující sacharidy s množstvím energie jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Vláknina je složka rostlinného původu, obsažena v některých sacharidových potravinách, které nemohou být vstřebány či stráveny v zažívacím traktu. Působí preventivně proti civilizačním onemocněním, snižuje hladinu cholesterolu, podporuje

trávení, snižuje možnost působení rakovinotvorných látek ve stěnách tlustého střeva tím, že zkracuje dobu trávení v tlustém střevě. Je přítomna ve dvou formách, které se chovají v těle odlišně:

- **nerozpustná vláknina** – nerozpouští se ve vodě, tudíž dodává jídlu na objemu, a tak napomáhá pocitu sytosti a přispívá k odstranění zácpy. Nachází se např. v pšeničných otrubách, brokolici, mrkvi, chřestu a špenátu,
- **rozpustná vláknina** – rozpouští se ve vodě a dodává potravě hutnost. Snižuje také hladinu cholesterolu, zvláště pak LDL frakci. Vyskytuje se např. v ovesných vločkách, luštěninách, ječmenu, citrusových plodech, jablkách a hruškách.

Mezi vlákninu můžeme řadit např. celulózu, hemicelulózu, pektin a lignin. Příjem vlákniny je nutný dodržovat okolo 30 g denně v případě správné funkčnosti trávicího systému. Přijímána by měla být z poloviny v podobě celozrnných výrobků, čerstvého ovoce a zeleniny. Pokud přijímáme nadměrné množství vlákniny, dochází i k příjmu některých mikronutrientů, zejména hořčíku, vápníku a zinku [16].

*Tab. 2: Příklady potravin obsahující sacharidy s množstvím energie [5]*

Potravina	Množství	Sacharidy (g)	Energie (kcal)
<b>Ovoce</b>			
Banán	1 střední	27	105
Meruňky, sušené	10 půlek	26	100
Pomeranč	1 střední	18	70
<b>Zelenina</b>			
Kukuřice	100 g	21	100
Hrášek	100 g	13	67
Mrkev	1 střední	7	25
<b>Obiloviny, těstoviny</b>			
Brambory, pečené	1 velká	65	290
Rýže, vařená	150 g	37	170
Čočka, vařená	200 g	45	230
Těstoviny, vařené	100 g	42	210
<b>Svačiny, dezerty</b>			
Ovocný jogurt	150 ml	35	230
Med	20 g	17	60
Jahodový sirup	20 g	13	50

V souvislosti s konzumací sacharidu je důležité jak ve sportu, tak obecně sledovat tzv. **glykemický index**. Je definovaný jako míra rychlosti zažívání a vstřebání sacharidů z potravy, které má za následek vzrůst hladiny glukózy v krvi [14]. Jednoduché sacharidy se rozkládají velice rychle a mají tudíž vysoký glykemický index, komplexní sacharidy ho mají naopak nižší, jelikož se rozkládají pomaleji a uvolňují stejně tak pomalu glukózu do krve.

Chronická konzumace potravin s vysokým glykemickým indexem vede k nadměrnému ukládání tukových zásob, zvyšuje pravděpodobnost vzniku kardiovaskulárních chorob, diabetu II. typu a některých typů rakoviny (střev, prsu). Negativní dopad mají tyto potraviny i na psychiku. Nadměrný pokles hladiny cukru v krvi způsobí hypoglykémii, která je doprovázena pocitem podrážděnosti, hladu či nervozity a většinou vede k další konzumaci, zvláště sladkých potravin, které rozhoupají hodnoty cukru v krvi [18].

Při provozování sportovních aktivit jsou sacharidy klíčové pro optimální sportovní výkon, slouží jako primární zdroj energie pro svalový pohyb. Silový, rychlostní i vytrvalostní sportovci využívají sacharidy ke svalové kontrakci, aby předešli svalovému poškození a zúčtkovali hormonální odezvu, která napomáhá opravě svalové tkáně.

Příjem sacharidů během cvičení:

- zvyšuje výkon u všech pohybových aktivit,
- šetří svalový glykogen při běhu či jízdě na kole, neboť si svaly vezmou glukózu z krve a jeho úspora zaručí rezervní energii,
- přispívá k zachování a udržení sportovních dovedností (tempo, rychlost, zrychlení) a redukuje riziko vzniku zranění u silově – vytrvalostních sportů,
- pomáhá chránit svalové bílkoviny u silových sportů,
- stimuluje centrální nervovou soustavu [4].

Po cvičení je nutné zajistit, aby byly svaly dobře zásobeny glykogenem, mají-li svaly nedostatek sacharidů, utrpí tím výkonnost. Glykogen se nejrychleji ukládá první dvě hodiny, poté již pomaleji, proto je nutné dodat potravinu či nápoj s vysokým GI, je-li náš cílem doplnit zásoby energie. Strávené a vstřebané sacharidy jsou do krevního řečiště dodány ve formě glukózy, inzulínové receptory jsou v té době velice citlivé, a tak nám inzulín pomáhá dostat glukózu k uskladnění do svalů.

Svalový glykogen je po vyčerpání obnovován průměrnou rychlostí 5-7 % za hodinu, což může znamenat, že potrvá 15-20 hodin, než se nám zcela doplní. Máme-li mezi tréninky dny volna, nezáleží na tom, za jakou dobu si v den tréninku vezmeme vhodný sacharid. Pokud nás následující den čeká další trénink je čas dodání sacharidů důležitý. Pro okamžitou obnovu je tedy nutné co nejdříve po cvičení přijmout vhodné sacharidy s vysokým množstvím GI v množství 1-1,5g/kg hmotnosti a za dvě hodiny to zopakovat. [4].

Konzumace dostatečného množství komplexních sacharidů v závislosti na tělesné hmotnosti, intenzitě zátěže a délky tréninku nám zajistí kompletní regeneraci a dostatek energie k naplnění denních tréninkových potřeb.

### **Bílkoviny a jejich význam ve sportu**

Bílkoviny neboli proteiny se skládají z aminokyselin, které jsou spojeny peptidovou vazbou. Jedná se o molekuly, které se skládají z uhlíku, vodíku, kyslíku, dusíku a občas síry. Na jednu konci je karboxylová skupina a na druhém skupina obsahující dusík. Pokud organismus nepotřebuje některé aminokyseliny, například z nadbytku, skupina obsahující dusík může být odstraněna a stane se součástí moči.

V přírodě se vyskytuje 20 základních aminokyselin, které tvoří bílkoviny důležité pro lidské tělo. 3 aminokyseliny (leucin, izoleucin, valin) mají postranní řetězce a nazývají se větvené aminokyseliny (BCAA). Tyto 3 aminokyseliny mýjejí játra a jdou přímo k periferiím (ke svalům), zatímco ostatní jsou metabolizovány v játrech. Jsou využity jako zdroj energie či na opravu a výstavbu svalové tkáně.

Základní aminokyseliny dělíme na:

- **esenciální aminokyseliny** – nepostradatelné a naše tělo si je nedokáže samo vytvořit. Patří mezi ně valin, leucin, izoleucin, lysin, threonin, tryptofan, fenyalanin, methionin, histidin,
- **neesenciální aminokyseliny** – postradatelné a přítomny ve stravě, tělo si je dokáže též syntetizovat. Řadí se mezi ně alanin, arginin, asparagin, cystein, tyrosin, serin, glycin, prolin, glutamin, kyselina glutamová, kyselina aspartamová.

Dále bílkoviny rozdělujeme dle toho, jestli obsahují všechny esenciální aminokyseliny v požadovaném množství a poměru na:

- **plnohodnotné bílkoviny** – zdrojem jsou potraviny živočišného původu (maso, mléko, mléčné výrobky, vejce) a jediná sója, která je živočišného původu. Jsou hodnotnější a lépe využitelné než rostlinné bílkoviny,
- **neplnohodnotné bílkoviny** – zdrojem jsou potraviny rostlinného původu (luštěniny, obiloviny, ořechy). Mají nedostatkovou jednu nebo více aminokyselin.

Přijaté bílkoviny musí být hned zpracovány. Buďto jsou aminokyseliny využity k budování tělesného proteinu nebo jsou rekonfigurovány zpět na glukózu a uplatní se jako zdroj energie či se přemění na tuk. Při transformaci v játrech se odtrhne dusík, který je dále zakomponován např. do DNA a nadbytečný dusík je začleněn do močoviny či amoniaku a vyloučí se močí.

Doporučená denní dávka bílkovin je v rozmezí od 0,8 do 1,5 g na kg tělesné hmotnosti a tvořit by měly 12 až 15 % z celkového energetického příjmu. Doporučovaná hodnota bílkovin pro sportovce jsou v případě silových sportů doporučeny 1,4 – 1,8 g na kg tělesné hmotnosti a v případě vytrvalostních sportů je doporučena hodnota 1,2 – 1,4 g na kg tělesné hmotnosti, samozřejmě je nutné brát v potaz každého jedince individuálně. [6].

Ve sportu hrají bílkoviny důležitou roli, chrání kvalitu svalové hmoty a urychluje její obnovu – svalovou regeneraci, doplňuje využitelné zdroje energie, zajišťuje udržení životních funkcí organismu a zabezpečí imunitní ochranu.

### **Tuky a jejich význam ve sportu**

Tuky neboli lipidy jsou organické sloučeniny, které jsou nerozpustné ve vodě. Nejrozšířenější jsou triacylglyceroly, což jsou estery glycerolu s mastnými kyselinami.

Lze je rozdělit na živočišné tuky a oleje (např. máslo, sádlo, rybí tuk) a na rostlinné tuky a oleje (např. řepkový, slunečnicový, olivový olej). Trávením a hydrolýzou triacylglycerolů se uvolňují mastné kyseliny, které dělíme na:

- **nasycené mastné kyseliny** – nejvíce škodlivé, jelikož nám zvyšují špatný LDL cholesterol v krvi a tím i vznik kardiovaskulárních chorob. V určitém množství jsou ale potřebné pro tvorbu hormonu testosteronu a správné využití vitamínů rozpustných v tucích. Obsaženy např. v másle, mléčném tuku, palmovém či kokosovém oleji,
- **nenasycené mastné kyseliny** – dělí se na mono a polynenasycené mastné kyseliny:
  - mononenasycené – již patří mezi zdravé tuky, jejich vliv na hladinu cholesterolu v krvi je neutrální a jsou obsaženy v olivovém, řepkovém oleji, arašídech či avokádu,
  - polynenasycené – pomáhají snižovat hladinu cholesterolu v krvi a snižují riziko vzniku krevních sraženin. Mají významnou úlohu v prevenci srdečně-cévních onemocnění a nejvíce jsou obsaženy v rybím tuku či slunečnicovém, řepkovém oleji. Nejznámější jsou esenciální mastné kyseliny omega-3, obsaženy v rybách, vlašských ořechách, řepce, sóje a jejich olejích a omega-6 obsaženy v slunečnicových semenech, sóje, kukuřici či některých druhů margarínů, Náš organismus si tyto esenciální mastné kyseliny nedokáže vytvořit v dostatečném množství a mají příznivý vliv na srdečně-cévní systém a snižují riziko náhlých příhod srdečních,
- **transmastné kyseliny** – v malém množství se vyskytují v živočišných tucích přirozeně, ale většinou vznikají špatnou úpravou (smažením či ztužováním) nenasycených tuků – dvojné (nenasycené) vazby se naruší a ze zdravých tuků se stává nezdravý. Konzumace vede ke zvýšení LDL cholesterolu a mírnému

snížení HDL cholesterolu. Jsou obsaženy i v cukrovinkách, trvanlivém pečivu, náhražkách čokolád a polev.

Zmínit bychom se měli i o skupině lipidů zvané steroly, což jsou biologicky důležité látky ze skupiny steroidů, které se nacházejí ve formě **cholesterolu** v potravinách živočišného původu.

Cholesterol je důležitou stavební jednotkou nervů, mozkových buněk a některých hormonů. Organismus si většinu vyrobí sám, je výchozí sloučeninou při biosyntéze žlučových kyselin, steroidních hormonů a vitamínu D a část přijímáme ve stravě. Doporučený maximální příjem by neměl překračovat 300mg denně, v případě nadbytečnosti v krvi má tendenci k usazování v cévní stěně, kde tvoří zásadní součást tzv. sklerotických plátů. Ty pak zužují vnitřní prostor cévy a může dojít k úplnému uzávěru cévy a podle místa uzávěru nám může hrozit např. srdeční infarkt.

Váže se v těle na proteiny (apolipoproteiny) a s nimi tvoří lipoproteiny. Dle jejich hustoty se dělí na:

- **vysokodenzitní lipoprotein HDL** – má ochrannou funkci, odvádí přebytečný cholesterol do jater, kde je metabolizován,
- **nízkodenzitní lipoprotein LDL** – přivádí cholesterol z krve do okolních tkání a částečně ho odvádí zpět do jater. Ukládá se ve stěnách cév.

Tuk obecně poskytuje zdroj energie, ovlivňuje hormonální systém, zdravotní stav. Prochází řadou kroků, než je vstřebán do krve, v žaludku zůstávají déle než sacharidy a bílkoviny. Kvůli pomalejšímu trávení není tuk ihned k dispozici jako poskytovatel energie pro svaly, proto jej není vhodné jíst před tréninkem.

L. Mandelová a I. Hrnčířiková uvádí, že u sportovců by se měl příjem tuků pohybovat v rozmezí od 25 do 30 %, což odpovídá asi 75–100 g tuků denně [6].

K obecným doporučením pro sportovní jedince patří:

- snižování celkového příjmu tuků pod 30 % v závislosti na sportovním odvětví
- omezování živočišných tuků a upřednostňování nenasycených tuků v podobě rostlinných olejů, zvýšená konzumace ryb
- volba vhodné technologické úpravy potravin – upřednostňování vaření a dušení před pečením, smažením či grilováním

Tuk ukládáme na mnoha místech v těle – přímo pod kůží, ve svalové tkáni či orgánech. Pro sportovce, a i inaktivní jedince je důležité vědět, jaké množství tuku v těle mají obsaženo, aby nedocházelo k poruchám funkcí orgánů, ke kterým může docházet jak při vysokém, tak naopak nízkém obsahu tuku v těle.

Mezi možnosti měření tukové tkáně patří:



- **bioelektrická impedance** – založena na měření odporu těla vůči průtoku střídavého elektrického proudu, který je nepřímo úměrný množství vody v těle sportovce. Určuje se zastoupení tuku, beztukové tkáně a vody v těle. Bohužel má tato metoda i nevýhodu, která spočívá ve zkreslení výsledku vlivem hydratace organismu [1, 19],
- **kaliperace** – jedna z nejpoužívanějších a nejpresnějších metod na měření tukové tkáně. Za pomoci predikčních rovnic lze odhadnout procento tělesného tuku a beztukové tělesné hmoty. Používá se na měření kaliper, přístroj podobný kleštím, který měří tloušťku tukové vrstvy v podkoží na určitých místech těla. Měří se nejčastěji čtyři kožní řasy na nedominální straně těla (nad bicipsem na volně visící paži, nad tricipsem na volně visící paži, subskapulárně a supraspinálně). K dalším výpočtům se pak používají rovnice dle Wormesleyho a Durnina. Rovnice musí být odvozeny z údajů pro specifickou skupinu sportovců, aby byly přesné a také je nutné používat rovnice pro danou skupinu určitých sportovců,
- **hydrodenzitometrie** – metoda spočívá v podvodním měření, při němž se měří tuk a beztuková tělesná hmota. Velice dobře splňuje podmínky spolehlivosti a validity, ale je finančně nákladná,
- **dvouenergetická rentgenová absorpciometrie** – metoda založena na měření pomocí slabého rentgenového záření, při němž se zjistí kompartment tělesného tuku, svalová a tuková hmota. Opět je to metoda, která je spolehlivá a validní, ale finančně nákladná,
- **body mass index (BMI)** – výpočtová, nejpoužívanější metoda, avšak pro sportovce není příliš vhodná z důvodu většího objemu svalové hmoty. BMI se používá spíše pro indikaci podváhy, normální tělesné hmotnosti, nadváhy a obezity. Metoda spočívá v měření tělesné hmotnosti v kilogramech, které se dělí druhou mocninou výšky postavy v metrech.

Pro výpočet BMI se používá následující vzorec:

$$BMI = \frac{\text{hmotnost [kg]}}{\text{výška}^2 \text{ [m]}}$$

Hodnoty BMI se v populaci objevují nejčastěji v rozmezí od 15 (závažná podváha) až přes 40 (morbidní obezita). Běžně se používají následující hranice, které jsou uvedeny v tabulce číslo 3.

Tab. 3: Hranice indexu tělesné hmotnosti [8]

Kategorie	Rozsah BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Hmotnost osoby s výškou 180 cm [kg]
<b>těžká podvýživa</b>	≤ 16,5	< 53,5
<b>podváha</b>	16,5-18,5	53,5-60
<b>ideální váha</b>	18,5-25	60-81
<b>nadváha</b>	25-30	81-97
<b>mírná obezita</b>	30-35	97-113
<b>střední obezita</b>	35-40	113-130
<b>morbidní obezita</b>	> 40	> 130

### Vitamíny a jejich význam ve sportu

Jsou to látky, které jsou součástí různých enzymů, biokatalyzátory chemických reakcí v organismu a některé z nich jsou důležitými antioxidanty. V organismu zastávají funkci katalytického účinku při řadě reakcí látkové přeměny, některé z nich vytvářejí oxidačně-redukční systémy a likvidují volné kyslíkové radikály. Musíme je přijímat z potravy, jelikož tělo si je nedokáže samo vytvořit.

Vitamíny dělíme do dvou skupin:

- rozpustné v tucích – hromadí se v těle a hrozí u nich větší riziko předávkování. Nedostatek nastává po delší době z nedostatečného příjmu,
- rozpustné ve vodě – nikde se nehromadí, jsou okamžitě využity a jsou častěji nedostatkové.

Rozdělení vitamínů, jejich doporučené množství a zdroje jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4: Příklady vitamínů s uvedením doporučených denních dávek a jejich zdrojů [6]

Vitamíny rozpustné v tucích	Doporučená denní dávka	Zdroje
<b>A (retinol) a jeho provitamíny karotenoidy</b>	0,8-1,2 mg	máslo, sýry, mléko, rybí tuk, zelenina (mrkev, rajčata), ovoce (meruňky, broskve)
<b>D (kalciferoly)</b>	5-10 µg	játra, mořské ryby, mléko
<b>E (tokoferoly a tokotrienoly)</b>	10-2 mg	listová zelenina, vejce, játra, rostlinné oleje, ořechy, hrášek, kukuřice
<b>K (fylochinon a menachinon)</b>	1 µg na kg tělesné hmotnosti	listová zelenina, játra, mléko, mléčné výrobky, vejce, obiloviny, ovoce

Vitamíny rozpustné ve vodě	Doporučená denní dávka	Zdroje
<b>B1 (thiamin)</b>	1,1-1,4 mg	droždí, obiloviny, luštěniny, vepřové maso
<b>B2 (riboflavin)</b>	1,5-1,8 mg	droždí, játra, ledviny, vejce, luštěniny, mléko, mléčné výrobky
<b>B3 (niacin)</b>	13-17 mg	maso, ryby, obiloviny
<b>B5 (kyselina pantotenová)</b>	6 mg	kvasnice, játra, maso, mléko, celozrnné potraviny, luštěniny
<b>B6 (pyridoxin)</b>	1,6-2 mg	droždí, ryby, vepřové a kuřecí maso, zelenina, sója
<b>B7 (biotin, vitamín H)</b>	30-60 µg	játra, ořechy, droždí, žloutek, čočka
<b>B9 (kyselina listová)</b>	400 µg	játra, listová zelenina, kvasnice, luštěniny, celozrnné obiloviny, maso, mléko
<b>B12 (kyanokobalamin)</b>	1,5 µg	játra, ryby, vejce, mléko, sýry
<b>Vitamín C</b>	60-100 mg	zelenina (paprika, zelí) a ovoci (citrusy)

Vitamíny ovlivňují četné fyziologické procesy, které jsou důležité pro sportovní výkon či fyzickou zátěž. Většina vitamín skupiny B zasahuje do metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin a má určitý podíl na tvorbu energie. Zhoršit sportovní výkon tedy může nedostatek vitamínů ve stravě. Většina sportovců v dnešní době využívá k doplnění vitamínů různé doplňky stravy. [2].

Naopak i vysoké dávky vitamínů může působit nežádoucím účinkem. Chronicky vyšší dávky vitamínu A může u dětí vést k předčasnému uzavření epifýz a zástavě růstu, u vysokých dávek vitamínu D hrozí poškození ledvin a hyperkalcemie.

### **Minerální látky a jejich význam ve sportu**

Anorganické látky, které se rozdělují na makroelementy a mikroelementy. Jejich nedostatek vede k různým onemocněním a funkčním poruchám. Podílejí se na stavbě kostí, jsou součástí enzymů, hormonů, udržují nervosvalovou dráždivost a osmolalitu. V tabulce 5. a 6. najdete rozdělení makro a mikroelementů, jejich doporučené denní dávky a zdroje.

*Tab. 5: Příklady makroelementů s uvedením jejich doporučených denních dávek a zdrojů [6]*

<b>Makroelementy</b>	<b>Doporučená denní dávka [mg]</b>	<b>Zdroje</b>
<b>Na (sodík)</b>	500–2400	kuchyňská sůl, uzeniny, sýry
<b>K (draslík)</b>	2500–4000	luštěniny, obiloviny, mléčné výrobky, ořechy, zelenina, ovoce
<b>Mg (hořčík)</b>	300–400	listová zelenina, luštěniny, ořechy
<b>Ca (vápník)</b>	800–1000	mléko, mléčné výrobky, brokolice, luštěniny, obiloviny
<b>Cl (chlor)</b>	750	kuchyňská sůl
<b>P (fosfor)</b>	800–1200	především maso
<b>S (síra)</b>	500–1000	vejce, mléko

Nedostatek uvedených makroelementů se může projevit např. poklesem krevního tlaku, dehydratací, slabostí, nauzeou, srdeční arytmií, únavou, náladovostí, bolestmi hlavy, osteoporózou, osteomalacií, zvýšenou nervovou dráždivostí apod.

*Tab. 6: Příklady mikroelementů s uvedením jejich doporučených denních dávek a zdrojů [6]*

<b>Mikroelementy</b>	<b>Doporučená denní dávka</b>	<b>Zdroje</b>
<b>Fe (železo)</b>	10–15 mg	zelenina, luštěniny, játra
<b>Zn (zinek)</b>	15 mg	maso, luštěniny
<b>Cu (měď)</b>	2 mg	zelenina, ořechy, ryby
<b>I (jod)</b>	150–180 µg	sůl s přídavkem jodu
<b>Se (selen)</b>	55–70 µg	vejce, mořští živočichové
<b>Cr (chrom)</b>	50–200 µg	maso, sýry, ořechy, droždí

Nedostatek mikroelementů se může projevit zvýšenou náchylností k infekcím, anémií únavou či zvětšením štítné žlázy. Pokud jsou naopak tyto látky užívány ve vysokých dávkách, mohou mít nežádoucí účinky, některé dokonce působit toxicky.

Při vyvážené stravě není potřeba suplementace minerální látek. Předpokládá se, že sportovci při zvýšeném energetickém příjmu mají i zvýšený příjem těchto látek, z toho tedy

vyplývá, že ohroženi jsou ti sportovci, kteří z důvodu redukce hmotnosti, mají příjem snížený. Zvýšenou pozornost by měli věnovat sodíku, železu a vápníku.

## 3.2 Energetický výdej

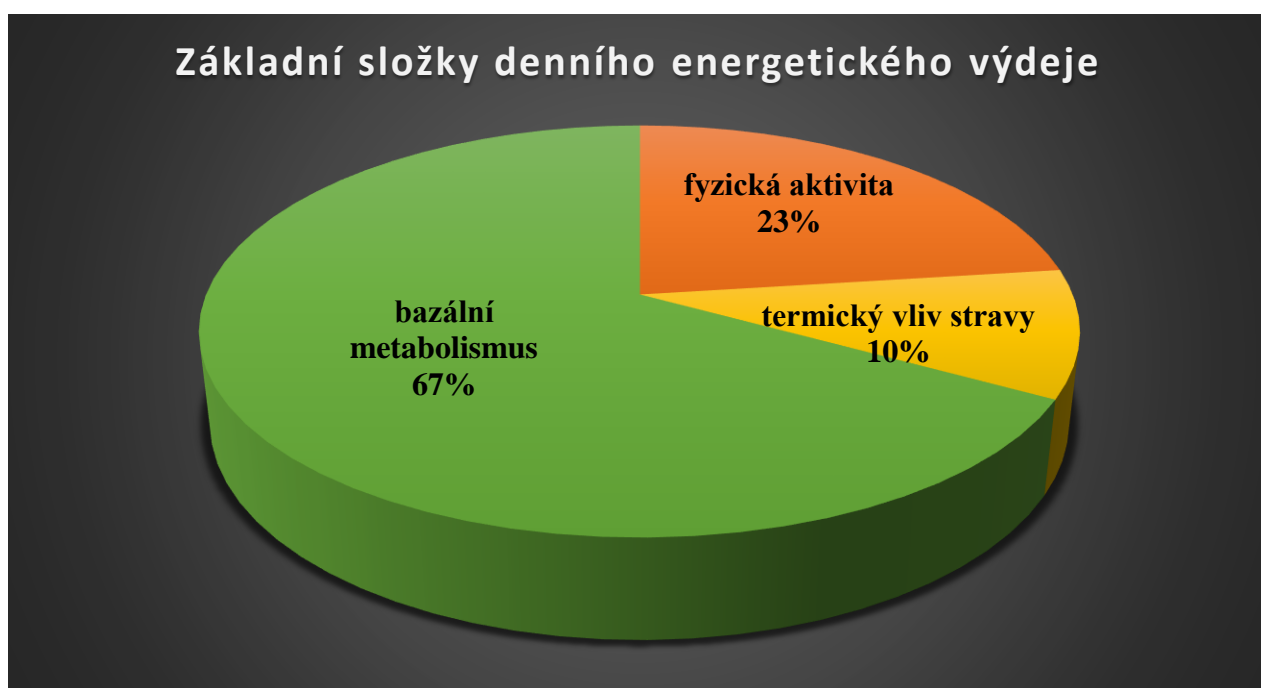
Welburnová uvádí, že energetický výdej, kromě individuálních faktorů, určují především tyto 3 složky: bazální metabolismus neboli klidový energetický výdej, fyzická aktivita a termický efekt stravy. V grafu na obrázku 1. je naznačeno, v jakých procentuálních poměrech jsou složky rozděleny [9].

### 3.2.1 Bazální metabolismus

Bazální metabolismus neboli klidový energetický výdej je minimální množství energie potřebné k udržení homeostázy – k udržení růstu a obnovy buněk v organismu, k zabezpečení klidové činnosti orgánů, k udržení všech biochemických reakcí. Je měřen v podmínkách úplném svalovém klidu a tepelného komfortu [2]. Hodnota bazálního metabolismu je ovlivněn řadou faktorů, především věkem, pohlavím, tělesné výšce, hmotností, tělesném složení, fyzickou aktivitou, tělesným teplem apod.

Přibližně 60 % klidového energetického výdeje je věnováno na produkci tepla a 40 % na udržení základních životních funkcí [6].

*Obr. 1. Základní složky denního výdeje energie. [9]*



Hodnotu bazálního metabolismu lze stanovit několika metodami:

- přímou kalorimetrií,
- nepřímou kalorimetrií,
- Harris-Benedictovou rovnicí,
- pomocí Faustova vzorce.

**Přímá kalorimetrie** neboli přímá energometrie je metoda založena na měření produkce tepla uvolněného z organismu, které je přímo úměrné hodnotě bazálního metabolismu. Teplo je zachycováno do ledu o teplotě 0° v plášti speciální komory a následně, díky živočišnému teplu, led taje množství roztáté vody odpovídá vydané tepelné energii. Metoda je ale technicky náročná.

**Nepřímá kalorimetrie** neboli nepřímá energometrie je metoda, která umožňuje stanovit energetický výdej na základě naměřené spotřeby kyslíku (VO<sub>2</sub>). Při spotřebě 1 litru VO<sub>2</sub> se nám uvolní, při pomalém spalování živin v těle, 4,7 – 5 kcal (19,7 – 20,9 kJ), toto množství energie nazýváme energetický ekvivalent pro kyslík (EEO<sub>2</sub>). Jeho hodnota závisí na tom, které živiny jsou spalovány. Spalují-li se sacharidy, jeho energetický zisk je na horní hranici, převažují-li tuky či bílkoviny, zisk je na dolní hranici. Abychom určili EEO<sub>2</sub> přesně, musíme zjistit respirační kvocient (RQ), tedy poměr vydaného CO<sub>2</sub> ke spotřebovanému O<sub>2</sub> ve vydechaném vzduchu. Pro sacharidy je RQ 1,0, pro bílkoviny 0,8 a tuky 0,7. Běžně se pro EEO<sub>2</sub> používá hodnota 20,9 kJ, a to z toho důvodu, že většinou je energetická potřeba při výkonu hrazena sacharidy. To tedy znamená že při spotřebě 1 litru kyslíku se nám uvolní 20,9 kJ energie [2].

**Harris-Benedictova rovnice** je rovnice pro výpočet bazálního metabolismu, a je zvlášť pro muže a pro ženy. Vzorec v sobě zahrnuje individuální parametry, jelikož jak už bylo uvedeno, hodnotu bazálního metabolismu nám ovlivňuje hlavně pohlaví, věk, tělesná výška a tělesná hmotnost:

$$BM_M = 66,5 + (13,8 \times H) + (5,0 \times V) - (6,8 \times R)$$

$$BM_{\text{ž}} = 655 + (9,6 \times H) + (1,8 \times V) - (4,7 \times R)$$

kde:

$BM_M$  - bazální metabolismus pro muže [kcal]

$BM_{\text{ž}}$  - bazální metabolismus pro ženy [kcal]

$H$  - tělesná hmotnost [kg]

$V$  - tělesná výška [cm]

$R$  - věk [roky]

Výpočet podle této rovnice je přesnější než dle Faustova vzorce, nicméně nerespektuje některé odchylky, které je nutno zohlednit. Proto třeba není úplně vhodná pro jedince a abnormální tělesnou stavbou – obézní či svalnatou.

Faustův vzorec je rovněž zvlášť pro muže a ženy:

$$BM_M = H \times 24$$

$$BM_Z = H \times 23$$

kde:

$BM_M$  - bazální metabolismus pro muže [kcal]

$BM_Z$  - bazální metabolismu pro ženy [kcal]

$H$  - tělesná hmotnost [kg]

Jako další metody můžeme zmínit **vážení**, což je ideální metoda pro sportovce, kteří nemají možnost stanovit si svou energetickou spotřebu. Touto metodou lze zjistit, zda sportovci dosahují energetické bilance, rovnováhy mezi energetickým příjmem a energetickým výdejem. Podmínkou je, aby byl sportovec měřen vždy ve stejnou dobu, nejlépe na lačno, ihned po vyprázdnění, pro zachování přesnosti měření. Zaznamenávají si své změny v tělesné hmotnosti do tzv. tréninkového deníku [1].

Další metodou může být i metoda **dvojitě značené vody**, která je založena na aplikaci vody obsahující vzácné izotopy vodíku a kyslíku a na jejich rozdílné eliminaci z těla. Rozdíl v koncentraci izotopů je stanoven většinou ze dvou krevních vzorků odebraných v určitém časovém rozmezí ze stejného sportovce během 24 hodin. Tato metoda je nejvhodnější pro měření výdeje v období dnů až týdnů.

### 3.2.2 Fyzická aktivita

Fyzická aktivita zahrnuje energii potřebnou na různé druhy fyzických aktivit. Jde o energetický výdej potřebný pro zapojení lidské motoriky do činnosti. Záleží na intenzitě a délce trvání zatížení, dále například na druhu tělesné aktivity, na počtu zapojených svalových skupin, na věku jedince.

Při lehké tělesné zátěži představuje výdej energie na fyzickou aktivitu 30 až 40 % z celkové energetické potřeby a u fyzicky aktivních lidí představuje největší podíl na celkovém energetickém výdeji [6].

Pro odhad energetického výdeje na fyzickou aktivitu nám slouží tabulky energetického výdeje u jednotlivých sportovních disciplín. Odlišnost stupně intenzity zátěže je uvedena v tab. 7.

Tab. 7: Odhad energetického výdeje na fyzickou aktivitu [6]

Intenzita fyzické aktivity	Druh fyzické aktivity	Energetický výdej [ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ ]	
		Muži	Ženy
<b>Velmi lehká</b>	sezení, stání, řízení, vaření, malování, psaní	130	126
<b>Lehká</b>	stolní tenis, golf, plachtění, péče o dítě, truhlář	160	147

Intenzita fyzické aktivity	Druh fyzické aktivity	Energetický výdej [ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ ]	
		Muži	Ženy
<b>Střední</b>	tenis, tanec, cyklistika, tenis, lyžování	172	155
<b>Těžká</b>	fotbal, horolezectví	210	185
<b>Mimořádná</b>	profesionální sportovci	244	214

### 3.2.3 Termický efekt potravy

Termický efekt stravy (TEF), dříve označován jako specifický dynamický účinek potravy, vyznačuje energii, kterou musí náš organismus vynaložit pro příjem potravy, trávení, vstřebání, transport a následnou přeměnu živin do využitelné formy, např. glykogen, ATP. Vyjadřuje se v procentech energie přijaté v potravě a pro jednotlivé nutrienty je odlišný, tab. 8.

Tab. 8: Termický efekt jednotlivých živin a smíšené stravy obsahující 55 % sacharidů, 30 % a 15 % proteinů [10]

Sacharidy	Lipidy	Bílkoviny	Smíšená strava
6 %	4 %	30 %	10 %



Rozdíly hodnot TEF jsou způsobeny odlišnými nároky na jejich přeměnu do vhodné formy pro jejich využití jako zdroje či zásobního zdroje energie. U lipidů je snadná transformace do zásob energie skladované v tukové tkáni, proto je termický efekt velmi malý [10].

### 3.3 Pitný režim

Základní složkou každého živého organismu je voda, která tvoří 60–75 % tělesné hmotnosti člověka. Je prvořadou tekutinou v těle a slouží jako rozpouštědlo pro vitamíny, minerály, aminokyseliny, glukózu apod. Umožňuje absorpci, transport a využití živin, odplavuje odpadní produkty metabolismu a slouží také jako chladicí kapalina, když stoupá tělesná teplota [11].

Dostatečné množství tekutin je velice důležité při sportovní činnosti, neboť pitný režim v průběhu činnosti ovlivňuje podaný výkon sportovce. K velkým ztrátám může docházet při dlouhotrvajících výkonech, vyšších teplotách vzduchu a terénu (např. rozpálený asfalt při běhu) a vyšší vlhkosti vzduchu.

Během intenzivního zatížení dochází ke ztrátám tekutin a minerálů – v průběhu výkonu hlavně Na, K, Cl, Mg a po ukončení zejména Mg a K – odpovídajícím až 3 % tělesné hmotnosti, tj. cca 2 litry tekutin/h. Během první hodiny zátěže dochází k největším ztrátám, v průběhu dochází ke ztrátám díky pocení a dýchání, proto je důležité doplňovat tekutiny již v průběhu zátěže a pitný režim začít již před začátkem cvičení. Vhodné je vypít 0,5 litru tekutiny bohaté na cukry a elektrolyty. [12].

V tabulce 9. jsou uvedeny běžné ztráty vody při normální teplotě, zvýšené či vysoké teplotě, během těžké pohybové aktivity či fyzické námaze.

*Tab. 9: Běžné ztráty vody v závislosti na teplotě prostředí dospělého člověka [13]*

	Normální teplota [ml/den]	Zvýšená nebo vysoká teplota [ml/den]	Těžká pohybová aktivita [ml/den]
<b>kůže</b>	350	350	350
<b>dýchání</b>	350	250	650
<b>moč</b>	1400	1200	500
<b>pot</b>	100	1400	5000
<b>stolice</b>	100	100	100
<b>celkem</b>	2300	3300	6600

Nedostatečný pitný režim vede k dehydrataci organismu, což může vést k poklesu výkonnosti, ke kolapsu či k závažným zdravotním komplikacím. Následky závisí na stupni dehydratace:

- mírný vzestup teploty dochází při ztrátě tekutin odpovídající 1 % tělesné hmotnosti,
- zhoršení výkonu (rychlostní, silový, vytrvalostní, obratnostní) při ztrátě odpovídající 1-2 % tělesné hmotnosti (tj. cca 1 litru) a dostavuje se pocit žízně,
- křeče, suchost jazyka, třes, pocit na zvracení, tachykardie se dostavuje při ztrátě odpovídající 5 % tělesné hmotnosti a výkon klesá o 20-30 % i více,
- závratě, bolesti hlavy, pocit vyčerpání, halucinace, zástava tvorby moče a potu, horečka, otok jazyka, možnost oběhového selhání a ohrožení života se objevují při ztrátě tekutin odpovídající 6-10 % tělesné hmotnosti.

Sportovci musejí dbát na vhodné nápoje před, během a po výkonu. Ke speciálním nápojům určený pro sportovce se řadí iontové nápoje, které musí obsahovat sodík a draslík. Správně by měly obsahovat i hořčík, ale jelikož má tlumivé sedativní účinky, nepřidává se do nich, aby nesnížil výkon sportovce. Doplnění hořčíku se provádí po sportovním výkonu. Do těchto nápojů se přidává jako energetický zdroj glukóza či řepný cukr [2].

Podle osmolality lze sportovní nápoje rozdělit takto:

- hypertonické – mají větší koncentraci iontů než krev, a proto se používají ve fázi regenerace po náročné fyzické zátěži.
- isotonické – mají stejnou koncentraci jako krev a využívají se po ukončení fyzické aktivity nebo při regeneraci organismu,
- hypotonické – mají nižší koncentraci než krev, a proto jsou vhodné při tělesné zátěži [5].

Důležitá je i samotná teplota nápoje. Při teplotách pod bodem mrazu se doporučují nápoje vlažné, o teplotě 20-25 °C. Při teplotě 0-9 °C je nejvhodnější teplota nápojů mezi 14-18 °C. Během teplot mezi 10 a 25 °C se mohou konzumovat nápoje studené 10-14 °C a mohou obsahovat kofein. Pokud je okolní teplota přes 25 °C, doporučují se nápoje okolo 10-14 °C bez kofeinu, jelikož dehydratuje.

Vyloženě horké nápoje na zahřátí lze doporučit až po skončení výkonu, protože nám během výkonu mohou způsobit nepříznivou redistribuci krve v organismu [2].

### 3.4 Doplnky výživy

Definici „doplnku stravy“ uvádí zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, který je charakterizuje jako „potraviny, jejichž účelem je doplňovat běžnou stravu a které jsou koncentrovaným zdrojem vitaminů a minerálních látek nebo dalších látek s

nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravinách samostatně nebo v kombinaci, určené k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích“ [15]

V běžné stravě chybí řada látek, které jsou nezbytné k dosažení optimální kondice a zdraví. Jde především o minerální látky, vitamíny, stopové prvky, enzymy, esenciální mastné kyseliny, antioxidanty a řada dalších. Jejich deficit se neprojeví během několika dnů, ale někdy trvá i řadu let, než dojde k poškození zdraví. Všechny tyto látky nám optimalizují životní funkce, a proto jsou tedy doplňky výživy prostředkem k dosažení optimálního zdravotního stavu. Užívají se perorálně ve formě tablet, prášku či tekutin.

Doplňky sportovní výživy neboli suplementy, se zaměřují na dosažení delší výkonnosti, snížení tělesného tuku, nárůstu svalové hmoty, lepšího zotavení po sportovním výkonu a na mnoho jiných účinků, které mají vliv na sportovní výkon. K hojně používaných doplňků výživy patří např. kreatin, karnitin, kofein, doplňky s proteiny a aminokyselinami apod. [17].

Doplňky sportovní výživy sportovci využívají jak u vytrvalostních sportů, tak při rychlostních a silových sportů.

K často využívaným suplementům při sportovních aktivitách zařazujeme:

- **komplexní spalovače** – dle mechanismu účinku se dělí na **stimulační látky** – umožňují organismus před aktivitou “nabudit“ a využívají energii přímo z tukových zásob (např. kofein, taurin, guarana), **látky s termogenním efektem** – které mají mechanismus, který spočívá v tvorbě tepelné energie. Jednak roste i rychlost metabolických reakcí, a tedy i spalování tuků a zadruhé jsou tuky spalovány na odpadní teplo, což zvyšuje energetický výdej v průběhu celého dne (např. synephrin, extrakt ze zeleného čaje, HCA (hydroxycitronová kyselina)) a **lipotropní látky** – ovlivňující metabolismus tuku (primárně způsobují lipolýzu). Nejznámější lipotropní látkou je **L-karnitin** (látko tělu vlastní), jehož mechanismus účinku spočívá v transportu mastných kyselin přes membrány mitochondrií do jejich nitra, kde dochází k vlastnímu „spalování“ v procesu zvaném beta-oxidace mastných kyselin. Jako další lipotropní látky můžeme označit cholin, lecitin či arginin,
- **gainery** – jedná se o vysokokalorické doplňky stravy, složené z proteinů (20-30 %) a sacharidů (80-70 %), slouží jednak pro nabírání svalové hmoty, úpravu tělesné hmotnosti, a hlavně k tomu, aby nedocházelo k odbourávání svalových bílkovin,
- **proteinové koncentráty** – obsah proteinů je kolem 40-70 %, vhodně užívaný po běžném silovém tréninku zaměřeném na získání objemu svalů. Nevýhodou je nadýmání a dehydratace, zatěžují ledviny a játra, a nevhodné pro osoby trpící alergií na mléčné proteiny nebo nesnášenlivostí mléčného cukru,

- **proteinové přípravky** – vyrábí se ze sušených a zpracovaných proteinů obsažených v mléce, mase, vejcích či obilovinách. Měli by obsahovat především vysoce vstřebatelnou syrovátkovou bílkovinu (whey protein), kasein či kolostrum. **Syrovátková bílkovina (WP)** je rozpustná proteinová frakce, která je obsažena v mléce. Rychle se vstřebává, stimuluje intenzitu proteosyntézy a nárůst svalové hmoty. Má vyšší obsah esenciálních aminokyselin, je nejbohatším zdrojem BCAA a mimo jiné obsahují  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin a řadu imunoglobulinů, které modulují imunitní funkci a zvyšují tak odolnost organismu proti infekci. **Micelární kasein** je instantní protein, který postupně uvolňuje aminokyseliny z koloidních částic (micel) a vyrábí se z čerstvého odstředěného mléka. **Hovězí kolostrum** je předlaktanční výměšek skotu, které obsahuje růstové faktory např. IGF-1 (insulin-like growth hormone-1), který rozvíjí svalovou hmotu. Při výběru proteinového přípravku je důležité se řídit jejich složením. Nekvalitní přípravky mohou obsahovat pouze sójový izolát, sušené mléko či dokonce lepek a mohou obsahovat i rizikové aromatické látky, barviva či umělá sladidla,
- **větvené aminokyseliny (BCAA)** – mezi tyto aminokyseliny řadíme esenciální aminokyseliny leucin, isoleucin a valin, které jsou velmi dobře vstřebatelné z trávicího ústrojí. Mají dvojitý účinek, antikatabolický a anabolický. Zvyšují svalovou syntézu proteinů a snižují katabolické procesy ve svalu. Ve svalových buňkách představují zdroj energie, jsou totiž využívány k tvorbě tzv. makroergních fosfátů, a při fyzické aktivitě jsou tyto aminokyseliny zpracovávány jako palivo v příčně pruhovaném svalstvu. Podporují uvolňování nesteroidních anabolických hormonů, ke kterým patří růstový hormon, thyroideální hormon či inzulin a tyto aminokyseliny anabolizují tkáň a snižují možnost toho, že tělo bude využívat svaly jako zdroj energie,
- **MCT tuky** – mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem. Jejich výhoda spočívá v rychlosti transportu do svalů, kde jsou využity jako okamžitý zdroj energie, čímž šetří svalový glykogen, a tak působí proti odbourávání svalové hmoty. Denní dávka by neměla překročit 85 g denně, můžou pak nastat trávicí potíže,
- **kreatin** – je druhým nejrychlejším zdrojem energie využívaný pro krátkodobý intenzivní svalový výkon, je okamžitým zdrojem energie, v zátěžové fázi se doporučuje 20 g denně po dobu 5 dnů užívání, pak lze dávku snížit na udržovací 5 g denně po dobu 30 až 40 dnů, kdy záleží na intenzitě pohybové aktivity nebo tělesné hmotnosti. Vedlejším účinkem bývají lehké otoky, které jsou způsobeny osmotickou hyperhydratací buněk, ta způsobuje zvýšení objemu svalů. Je nutné dodržovat pitný režim, neboť nám kreatin zatěžuje ledviny, ale nepoškozuje je. V kombinaci se např. s glutaminem využívají k prevenci úbytku svalové hmoty ve fázi rýsovacího tréninku,

- **kofein** – nejužívanější stimulační látka, která umožňuje podávat delší a intenzivnější výkony. Stimuluje mozkovou činnost, oddaluje únavu, ospalost, stimuluje srdeční činnost (tachykardie). Dále šetří svalový glykogen, prodlužuje čas do jeho vyčerpání a zvyšuje výkon. Obvyklá dávka ke zvýšení výkonu je  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  tělesné hmotnosti 1 hodinu před výkonem [2]. Ovšem nesmí se to s kofeinem přehánět, nežádoucích účinků je řada: nespavost, bolest hlavy, neklid apod.,
- **glutamin** – nejrozšířenější aminokyselina v lidském těle, má velký význam pro růst svalů. Jedná se o neesenciální aminokyselinu, která působí jako antikatabolikum (hydratace svalových buněk, tvorba hydrouhličitánů a blokáce katabolických enzymů zabrání poškození a následnému rozpadu svalových buněk). Zvyšuje nespecifickou imunitu ve fázi regenerace po vyčerpávajících výkonech a také zmírňuje psychické vyčerpání a depresi [2].

## 4. Výživa jednotlivých populačních skupin

Výkonnost sportovce je velmi individuální a zasahují do ní endogenní a exogenní faktory. Mezi endogenní (vnitřní) faktory zahrnujeme např. dovednosti, somatickou stavbu, kondici, psychické vlastnosti. Jsou to faktory spojeny s osobností a organismem každého sportovce. Exogenních (vnější) faktory se jsou kritéria, které nejsou přímou součástí konkrétního sportu, jedná se např. o klimatické podmínky, rodinné, sociální zázemí a také k nim zařazujeme výživu, která ovlivňuje sportovní výkon.

Výživu při sportovních aktivitách rozdělujeme na:

- základní výživa v každodenním životě,
- bohatší výživa v období sportovní zátěže, jedná se o celkové zvýšení příjmu všech složek potravy,
- výživa před sportovním výkonem, při sportovním výkonu a po sportovním výkonu.

Výživa jednotlivých populačních skupin je výživa jedinců dle intenzity pohybové aktivity v závislosti na úrovních provozování určitých sportů:

- výživa inaktivních jedinců
- výživa rekreačních sportovců
- výživa vytrvalostních sportovců
- výživa silových sportovců
- výživa vrcholových sportovců

## **4.1 Výživa inaktivních jedinců**

Fyzická inaktivita se považuje za významný faktor různých druhů úmrtí, vzniku kardiovaskulárních onemocnění, vysokého krevního tlaku, diabetu mellitu druhého typu, metabolických poruch či některých psychických onemocnění [20]. V dnešní době je bohužel fyzická inaktivita společně se špatnými stravovacími nároky velice rozšířená a tím se rozšiřuje nárůst civilizačních onemocnění.

Jak ve svém odborném článku uvádí Panagiotakos, mezi základní faktory, které vedou k fyzické inaktivitě u lidí, kteří dříve byli aktivní jedinci, patří pokročilý věk, nadváha, úzkost, deprese a celkově nízká kvalita života [21]. Ke zvyšování tělesné hmotnosti dochází díky nadbytečnému energetickému příjmu, který je často důsledkem sedavého způsobu života. Pokud tedy tito jedinci nemají žádnou aktivitu, měli by dbát na výživu a vycházet minimálně z obecných zásad správné výživy.

## **4.2 Výživa rekreačních jedinců**

Mezi rekreační jedince se řadí příležitostní sportovci, kteří se pohybovým aktivitám věnují volnočasově.

Fořt (2002) se přiklání k názoru, že rekreační sportovci nepotřebují specificky sestavenou výživu ani moderní formy legálních podpůrných prostředků. To však neznamená, že nepotřebují obecně prospěšné potravinové doplňky. Ty totiž potřebuje i nesportovec [7]. Organismus není nucen při rekreačních sportech k opakovaným maximálním výkonům, které následně vyžadují delší regeneraci.

Jakákoliv sportovní aktivita zvyšuje nároky na dodávání energie a tekutin. Výživa by měla být vyvážená z pohledu vyrovnané energetické bilance a zastoupení jednotlivých živin. U každého sportu a u každého sportovce jsou potřeby odlišné, proto je třeba individuálně vyhodnotit požadavky organismu. Vhodný jídelníček je pro sportovce důležitou součástí snahy o dosažení maximálních výkonů ať už se jedná o rekreační sport.

## **4.3 Výživa vytrvalostních sportovců**

Organismus je schopen při sportovních aktivitách využívat jako zdroj energie sacharidy, tuky i bílkoviny. Při intenzivní vytrvalostní zátěži se uplatňují jako zdroj energie především sacharidy, při mírné až střední intenzitě jsou využité tuky.

Hlavním sacharidovým zdrojem pro vytrvalostní výkon je svalový glykogen. Zásoby glykogenu jsou u sportovců a nesportovců odlišné. Ovlivňuje to tělesné složení jedince (čím

více svalové hmoty, tím větší zásoba) a také fakt, že nesportovci mají zásobu svalového glykogenu ve svalových buňkách víceméně stálou. Oproti tomu vytrvalci si ji při výkonu téměř vyčerpají a díky tomu, že jsou si jejich svalové buňky adaptované na kolísání glykogenu, tak mají v klidovém období tendenci k vytvoření větších zásob svalového glykogenu. U sportovců je zásoba 400-700 g, u nesportovců 250-300 g [2].

Z pohledu výživy je tedy nutné zvolit vhodné sacharidy na doplnění svalového glykogenu a zároveň zabránit tomu, aby se zvyšovalo procento tělesného tuku, je tedy důležité hlídat glykemický index potravin. Pokud sportovce čeká nap. etapový závod, může konzumovat potraviny s vyšším glykemickým indexem, pokud udržuje tělesnou hmotnost a nemá druhý den po výkonu závod, měly by převažovat potraviny s nízkým glykemickým indexem.

Výživu vytrvalostních sportovců můžeme shrnout na:

### **1. Výživa před výkonem:**

- dostatek sacharidů 200-350 g
- minimum tuků,
- obsah bílkovin cca 20 g [2],
- 1-2 hodiny před výkonem doporučována polysacharidová svačina s nízkým glykemickým indexem o hmotnosti  $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  či sacharidový gel bez nerozpustné vlákniny [22],
- vyvarování nadýmavých jídel či hůře stravitelných 4-5 hodin před výkonem.

### **2. Výživa během výkonu:**

- v průběhu zátěže první 2 hodiny doplňovat energii poměrem 1 g sacharidů na 1 kg tělesné hmotnosti frekvencí 3-4 krát za hodinu [2],
- ve 3. a 4. hodině lze přijímat suspenze a gely obsahující glukózu s maltodextriny (oligosacharid), s MCT tuky a některé aminokyseliny a malé množství rozpustné vlákniny,
- v 5. a 6. hodině lze konzumovat rozmixovanou ovesnou či rýžovou kaši bez mléka.

### **3. Výživa po výkonu:**

- 30 minut po výkonu doplnit tekutiny a minerály (bez kofeinu a alkoholu),
- od 30 do 90 minut lze konzumovat pokrmy s vysokým glykemickým indexem, doplní se nám tím zásoby svalového glykogenu,

- doplnit bílkoviny v množství cca 0,5 g na 1 kg tělesné hmotnosti [2],
- v případě dalšího závodu již druhý den lze druhou večeři ve formě polysacharidů (např. ovesná kaše, tvarohový puding s piškoty) [6].

## 4.4 Výživa vrcholových sportovců

Výživa u vrcholových sportovců často představuje rozhodující faktor, který ovlivňuje jejich sportovní výkony.

Pro vrcholové sportovce, kteří vykonávají trénink v délce 90 minut denně je doporučován energetický příjem větší než 50 kcal na kg tělesné hmotnosti denně u muže a 45–50 kcal na kg tělesné hmotnosti denně u ženy.

Existují doporučení, kterými by se měli tito sportovci řídit, jelikož je výživa velmi důležitým a často rozhodujícím faktorem:

- příjem proteinů v množství 1,2 až 2 g na kg tělesné hmotnosti. Dostatečný příjem bílkovin a aminokyselin je důležitý k vybudování většího objemu svalů. Množství přijatých bílkovin se ovšem může měnit:
- kondičním a výkonnostním silovým sportovcům stačí přísun cca 1,2 g bílkovin na kg tělesné hmotnosti denně,
- u vrcholových silových sportovců je dána horní hraniční dávka 1,8–2,0 g bílkovin na kg tělesné hmotnosti denně,
- vzpěrači a kulturisté mohou docílit dávce až 4 g bílkovin na kg tělesné hmotnosti denně, ovšem organismus nemusí takto velký příjem bílkovin uložit do svalových buněk a přebytek bílkovin se může transformovat na zásobní tuky a uložit se do podkoží nebo se začnou spalovat jako energetický substrát [2],
- příjem 12–15 % proteinů z celkového energetického příjmu,
- příjem 50–70 % sacharidů z celkového energetického příjmu,
- příjem méně než 25 % tuku z celkového energetického příjmu pro sportovce, kteří mají nízký příjem energie,
- příjem 25–30 % tuku z celkového energetického příjmu pro sportovce, kteří mají energetické potřeby vysoké,
- konzumace potravin s vyšším obsahem železa, vápníku, zinku, hořčíku a vitamínu B12 pro sportovce, kteří mají nízký energetický příjem,
- konzumace potravin přirozeně bohatých na vitamíny skupiny B pro sportovce, kteří mají energetické potřeby vysoké,
- pravidelné doplňování tekutin (před, během i po sportovním výkonu – doplňování tekutin s obsahem sacharidů a sodíku),



- omezování konzumace alkoholických nápojů [23].

Vrcholový sportovci by měli snížit konzumaci tuků a zvýšit příjem sacharidů, jelikož nedostatečný energetický příjem způsobí následné využití tukové a svalové hmoty jako zdroj energie a v důsledku to způsobí ztrátu síly a výkonnosti.

# Praktická část

## 5. Výzkum

Praktická část bakalářské práce na téma „Vliv kombinace potravních suplementů na tělesné složení u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě“ je zaměřena na výzkum, jehož součástí je stanovení hypotéz, postup provedení výzkumu, zpracování a analýza dat, vyhodnocení výsledků výzkumu a verifikaci hypotéz.

Jak již bylo zmíněno v úvodu práce, cílem bakalářské práce je zjistit, jak velký rozdíl bude v konečných výsledcích měření u subjektů, které mají stejný stravovací režim a tréninkový program. Rozdíl je v tom, že jeden ze zmíněných subjektů, subjekt 1, používá před a po tréninku určité suplementy, v tomto případě se jedná o spalovač FAT KILLER a Prom-in BCAA Synergy. Výzkumným vzorkem jsou jednovaječná dvojčata – ženy, které mají velmi podobnou tělesnou stavbu, genetickou výbavu, a proto jsou jako pozorovací subjekt optimální.

### 5.1 Stanovení hypotéz

Na základě daného cíle výzkumu byly stanoveny tyto hypotézy:

- **Hypotéza číslo 1** – Předpokládáme, že nárůst svalové tkáně bude u subjektu 1 vyšší než u subjektu 2.
- **Hypotéza číslo 2** – Předpokládáme, že úbytek tukové tkáně nebude rozdílný u obou subjektů.
- **Hypotéza číslo 3** – Předpokládáme, že subjekt 1 bude mít vyšší nárůst bazálního metabolismu než subjekt 2.

### 5.2 Postup provedení výzkumu

Tento výzkum byl vykonáván po dobu 3 měsíců. Skládal se z vhodně sestaveného tréninku, nastavení správného stravování, vybrání vhodných suplementů pro subjekt 1 a samozřejmě bylo měření tělesných kompozic před začátkem a na konci výzkumu.

Trénink se zaměřoval na posilování s vlastní váhou, důležité bylo, aby byl trénink uzpůsoben tak, aby se zvládnul během dne v ranní či odpolední hodinu a mohly je vykonávat oba subjekty. Skládal se z 4 posilovacích tréninků, do kterých byly někdy vloženy intervalové tréninky a doplňovala to 1 vytrvalostní aktivita trvající 1 hodinu. Tréninky byly rozvržené tak, aby se posílily všechny svalové partie během týdne a po každém tréninku následoval strečink, aby se svaly zbytečně nezkracovaly, rychleji nám tělo regenerovalo, a hlavně abychom předcházeli zraněním. Níže je uvedený příklad jednoho denního tréninku.

Tab. 10: Denní trénink zaměřený na posilování dolních končin a hýždí

Trénink nohy + hýždě		
Série	Název cviku	Počet opakování
1.	Výpad s výskokem + dřep s výskokem	10x
	Výpad + zanožení nohy ve stoje	20x na obě nohy
	Zanožování nohy ve stoje	30x na obě nohy
2.	široký dřep	30x na obě nohy
	úskok do strany	50x
	výpad do strany	20x na obě nohy
3.	dřep + výkop	20x na obě nohy
	roznožování vleže	50x
	dřep s výskokem	25x

K efektivní redukci hmotnosti je vedle dostatku aktivního pohybu důležitý správný kaloricky vyvážený jídelníček. Je důležité si uvědomit, že hladovění se nerovná hubnutí. Naše tělo se rychle přepne do tzv. úsporného režimu, naučí se vystačit s tím málem, co mu dopřeje a tím pádem se redukce tělesné váhy zastaví. Jedině správně poskládaná strava během dne nám efektivně zajistí spalování přebytečných tuků a aktivním pohybem toto spalování ještě umocníme.

V našem případě byla skladba denního stravování rozložena do 5-6 jídel v rozmezí cca 3-4 hodin – snídaně, dopolední svačina, oběd, odpolední svačina, večeře, případně druhá večeře. Důležité bylo dodržování jednotlivých jídel, především snídaně. První jídlo nám nastartuje metabolismus po několika hodinovém odpočinku během spánku a dalšími jídly si chod metabolismu držíme po celý den.

Snídaně byla bohatší na sacharidy, kombinace ovesné kaši s ovocem, oříšky či müsli s mlékem či jogurtem. Do dopolední svačiny jsem přidala i přísun bílkovin a varianty jsem volila např. omeletu z vaječných bílků s celozrnným pečivem a zeleninou, jogurt s ovocem, např. Selský či řecký jogurt Milko, opečený toustový chléb se sýrem či šunkou, zelenina. K obědu jsem zařazovala jídla s kombinací přiměřeného dostatku bílkovin, sacharidů i tuků. Např. kuřecí maso s rýží, brambory, zeleninou, těstovinový salát s kuřecím masem bez s jogurtovou zálivkou, rybí filé zapečené se sýrem, zeleninou apod.

Odpolední svačina by neměla být příliš těžká. Většinou následoval odpoledne trénink, tak 1 hodinu po svačině a fyzický výkon by se neměl podávat s plným žaludkem. Jídlo před cvičením by měly obsahovat z větší části sacharidy a zbytek bílkoviny s co nejnižším obsahem tuku. Jako příklad lze uvést kombinaci jogurt s ovocem (jablko,

banán), jogurt s ovesnými vločky, celozrnné pečivo + cottage. Po fyzickém výkonu je potřeba dát tělu opět všechny potřebné živiny, aby mohlo zregenerovat, a proto je důležité doplnit jak sacharidy, tak bílkoviny. Ideální kombinací první večeře je kuřecí/hovězí maso s brambory, rýží, doplníme zeleninou, zařadila jsem i pokrmy vaječné s fazolemi. Druhou večeři jsem zařadila, když byla doba mezi první večeře a spánkem příliš dlouhá a chtěla jsem zamezit, aby tělo šlo spát hladové. Volila jsem nízkotučný tvaroh, cottage, řecký jogurt, ideálně bílkoviny na bázi kaseinu, pomaleji vstřebatelné bílkoviny. V tabulce 11 je uvedený příkladný jídelníček z jednoho dne.

Samozřejmě bylo nutné dbát i na dostatečný pitný režim. Vhodné byla obyčejná pitná voda, ochucená citronem či mátou a čaje. Vycházelo se z doporučeného množství 0,4 dcl na 10 kg čisté váhy.

*Tab. 11: Příklad jednodenního jídelníčku*

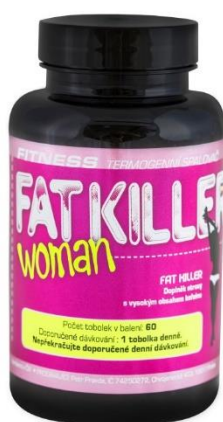
Jednodenní jídelníček		
	Pokrm	Množství
<b>Snídaně 7 hodin</b>	ovesná kaše	75 g
	jahody	45 g
	mandle	9 g
<b>Dopolední svačina 10 hodin</b>	celozrnný toustový chléb	2 plátky
	kuřecí šunka	45 g
	rajčata	150 g
<b>Oběd 13 hodin</b>	kuřecí maso opečené	100 g
	Rýže	50 g
	ledový salát	150 g
<b>Odpolední svačina 16 hodin</b>	Racio chlebičky	5 ks
	jablko	150 g
<b>1.večeře 19 hodin</b>	Losos	100 g
	brambory vařené	150 g
	okurka salátová	50 g
<b>2.večeře 21 hodin</b>	řecký jogurt Milko bílý	140 g

Subjekt 1 do svého stravování zařazoval i vhodné suplementy. Jedná se o spalovač FAT KILLER a Prom-in BCAA Synergy.

Spalovač FAT KILLET je silný vícesložkový spalovač pro účinnou redukci tuku. Byl vyvinut na bázi vědecky ověřených látek Citrus aurantium, L-karnitin, Guarana a byl doplněn o přírodní polyfenoly. Kombinace těchto látek účinně zmobilizuje tukové zásoby, zrychlí jejich přeměnu na energii a nastartuje spalování. Jeho velkou výhodou je značná stimulační schopnost, tudíž se zvyšuje výkon a cvičení je tak efektivnější. Vzhledem k jeho vysokému obsahu kofeinu není vhodný pro kardiaky, těhotné a kojící ženy a pro osoby s vysokým krevním tlakem.

Složení: Citrus aurantium, extrakt guarany, kofein, extrakt ze zeleného čaje, L-carnitin, extrakt z černého pepře, chrom pikolinát.

Byl užívám vždy 15 minut před výkonem a v netréninkový den ráno po jídle.



*Obr. 2: Spalovač FAT KILLER*

Prom-in BCAA Synergy je kombinace klíčových aminokyselin určena na zlepšení výkonu, ochranu svalové hmoty před odbouráváním a podporu zotavení. Jsou obohacena o vitamín B<sub>6</sub> pro podporu vstřebávání. Mají antikatabolické působení – chrání svalovou hmotu, užitím po tréninku stimulují proteosyntézu – anabolické působení. Součástí Prom-in BCAA Synergy je AAKG – arginin alfa-ketoglutarát a glutamin. Arginin alfa-ketoglutarát se skládá z aminokyseliny argininu a alfa-ketoglutarátu, soli odvozené od kyseliny glutarové. Významně např. zlepšuje syntézu svalových bílkovin, podporuje vylučování odpadních látek metabolismu, užíváním po tréninku podporuje transport aminokyselin a glukózy do svalové buňky. V jedné dávce (11 g) obsah AAKG 3000 mg. Glutamin např. zamezuje katabolismu a posiluje proteosyntézu, neutralizuje odpadní únavové produkty vznikající při intenzivním tréninku, působí preventivně možnému přetrénování, pomáhá při resyntéze glykogenu a je to nejhojněji zastoupená aminokyselina v kosterním svalstvu. V jedné dávce (11 g) obsah glutaminu 2000 mg.

Prom-in BCAA Synergy byl užíván po tréninku 5-10 gramů ve 300 ml vody na podporu regenerace a maximalizaci proteosyntézy.

Složení: L-leucin, L-isoleucin, L-valin, AAKG-arginin alfaketogkutarát, glutamin, sladidla sukraloza a neohesperidin e959, regulátor kyselosti: kyselina citronová, vitamín B<sub>6</sub>.



*Obr. 3: Prom-in BCCA Synergy*

Jak již bylo zmíněno, na začátku a na konci celého procesu bylo provedeno měření obou subjektů. Měření bylo provedeno bioimpedanční analýzou složení těla přístrojem InBody 230. Tento přístroj představuje jedno z nejlepších a nejpresnějších měření složení lidského těla dostupných v našich podmínkách, a proto jsem také tento způsob měření zvolila.

Přístroj používá přímé měření segmentů (DSM-BIA = světově patentovaná technologie). Má 8 dotykových elektrod a díky své unikátní technologii pracuje s faktickým měřením. Interpretuje nejen výsledky měření, ale také „referenční rozmezí“ naměřených veličin.



Obr. 4: Přístroj InBody230

### 5.3 Výsledky

Naměřené hodnoty jsou uvedené v následujících tabulkách 10,11,12.

V tabulce 12 jsou uvedené hodnoty subjektu 1, naměřené vstupní hodnoty ze dne 10.10.2017, kdy výzkum započal, výstupní hodnoty ze dne 16.1.2018 a konečný rozdíl. V tabulce 13 jsou tyto hodnoty uvedené pro subjekt 2 a v tabulce 14 jsou k porovnání rozdílné hodnoty obou subjektů.

Tab. 12: Naměřené hodnoty a následné rozdíly subjektu 1

Tělesné kompozice	Vstupní měření 10.10.2017	Výstupní měření 16.1.2018	Rozdíl
<b>hmotnost [kg]</b>	58,2	57,6	-0,6
<b>svalová tkáň [kg]</b>	21,9	22,9	1
<b>tuková tkáň [kg]</b>	18,4	15,8	-2,6
<b>voda v těle [kg]</b>	29,4	30,5	-4,1
<b>index tělesného tuku [%]</b>	31,6	27,5	1,1
<b>BMR (minimální kalorická potřeba) [kcal]</b>	1238	1273	35

Tab. 13: Naměřené hodnoty a následné rozdíly subjektu 2

Tělesné kompozice	Vstupní měření 10.10.2017	Výstupní měření 16.1.2018	Rozdíl
<b>hmotnost [kg]</b>	57,2	55,7	-1,5
<b>svalová tkáň [kg]</b>	21,1	21,7	0,6
<b>tuková tkáň [kg]</b>	18,4	15,8	-2,6
<b>voda v těle [kg]</b>	28,3	29,2	0,9
<b>index tělesného tuku [%]</b>	32,2	28,3	-3,9
<b>BMR (minimální kalorická potřeba) [kcal]</b>	1208	1232	24

Tab. 14: Výsledné rozdíly subjektů 1,2

Konečné rozdíly		
Tělesné kompozice	Subjekt 1	Subjekt 2
<b>hmotnost [kg]</b>	-0,6	-1,5
<b>svalová tkáň [kg]</b>	1	0,6
<b>tuková tkáň [kg]</b>	-2,6	-2,6
<b>index tělesného tuku [%]</b>	-4,1	-3,9
<b>voda v těle [kg]</b>	1,1	0,9
<b>BMR (minimální kalorická potřeba) [kcal]</b>	35	24

## 5.4 Diskuze

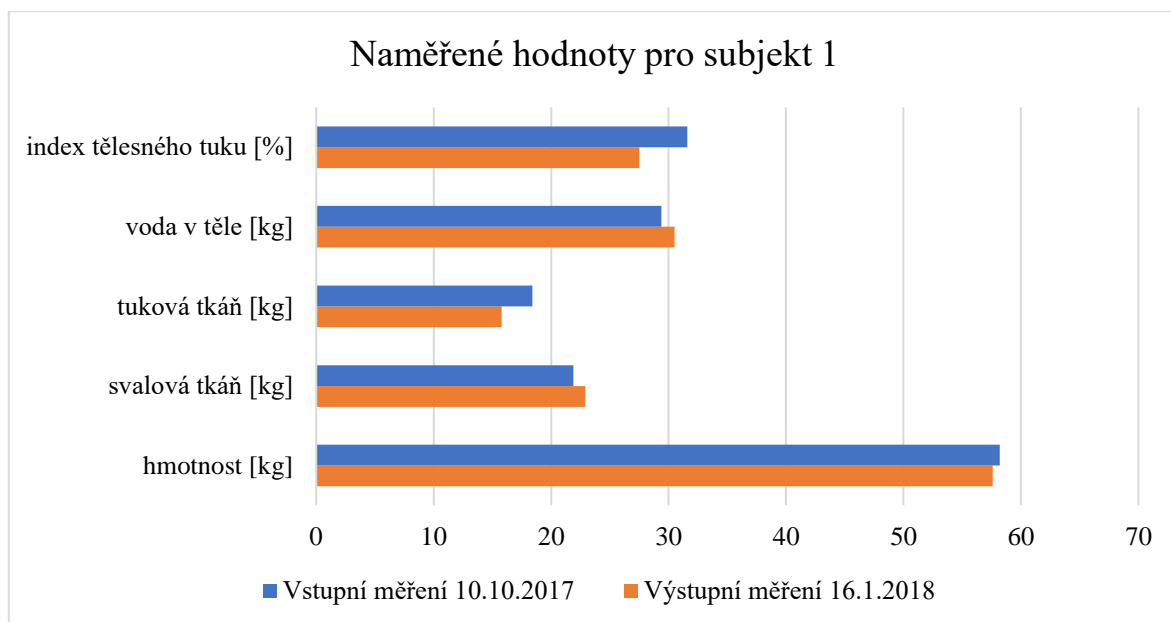
Výsledky výzkumu této bakalářské práce jsou vyneseny v grafech s příslušnými komentáři.

Z grafu 1 je patrný úbytek tukové tkáně, mírný úbytek čisté hmotnosti a na základě toho index tělesného tuku. Naopak nárůst pozorujeme u svalové tkáně a zvýšilo se i množství



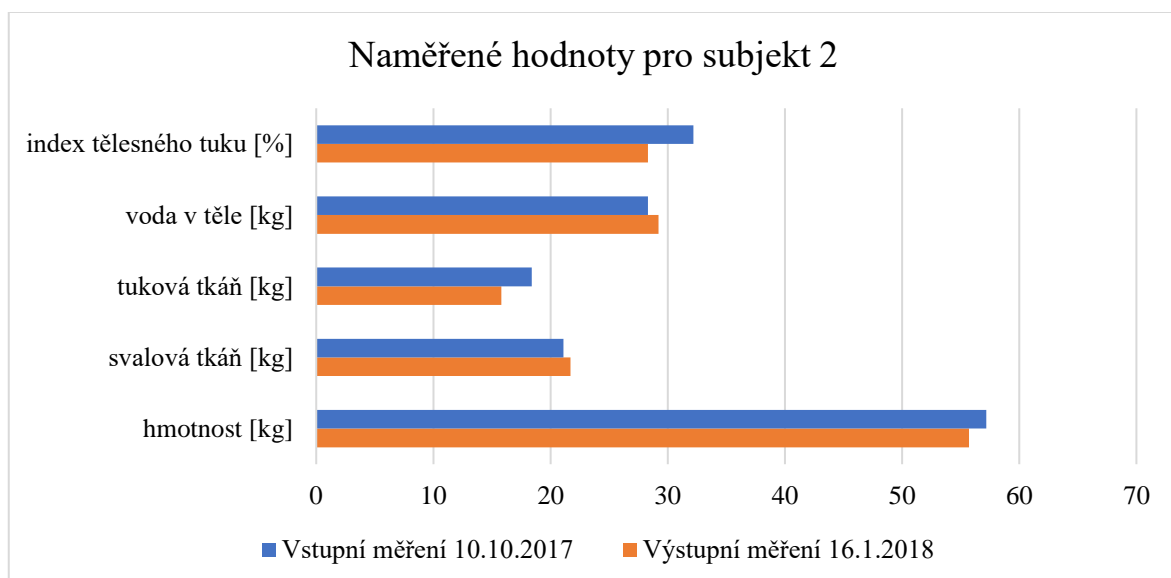
vody v těle. Úbytky tukové tkáně a nárůst svalové tkáně jsou výsledky dodržování doporučeného tréninku, následné suplementace, vhodného stravování a zvýšený obsah vody v těle dodržováním předepsaného pitného režimu přímo na hmotnost subjektu po dobu tří měsíců.

*Graf 1: Vstupní a výstupní naměřené hodnoty subjektu 1*



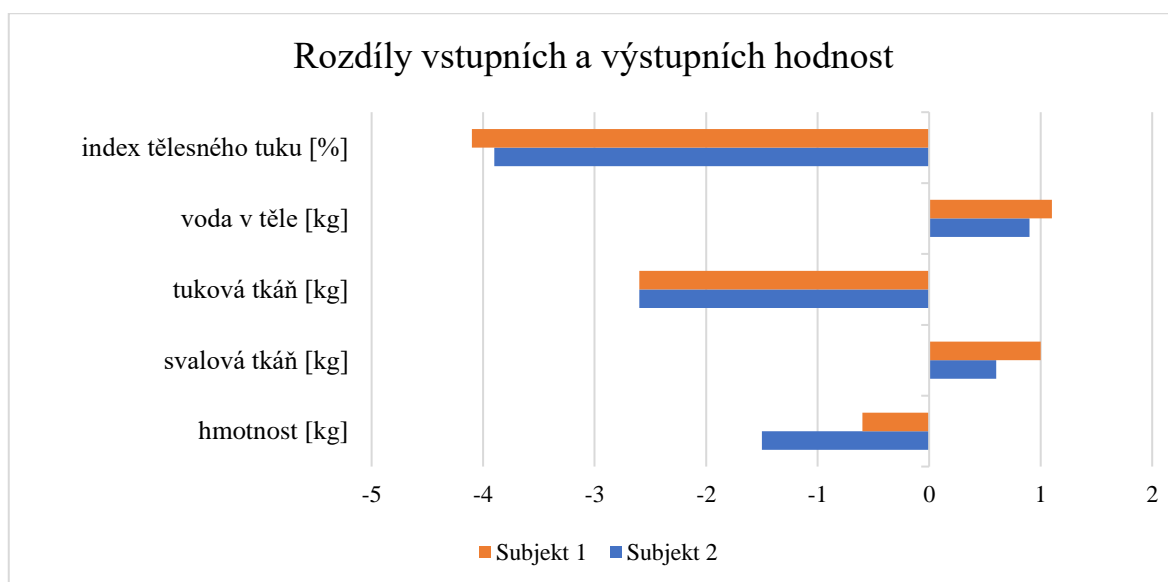
Z grafu 2 je zřejmé, že i zde došlo k úbytku tukové tkáně, čisté hmotnosti, indexu tělesného tuku. Zvýšil se obsah vody v těle, a i určité množství svalové tkáně. Byl dodržován stejný jídelníček i tréninkový plán po dobu tří měsíců, rozdíl je zde jediný, a to nepoužití suplementů.

*Graf 2: Vstupní a výstupní naměřené hodnoty subjektu 2*



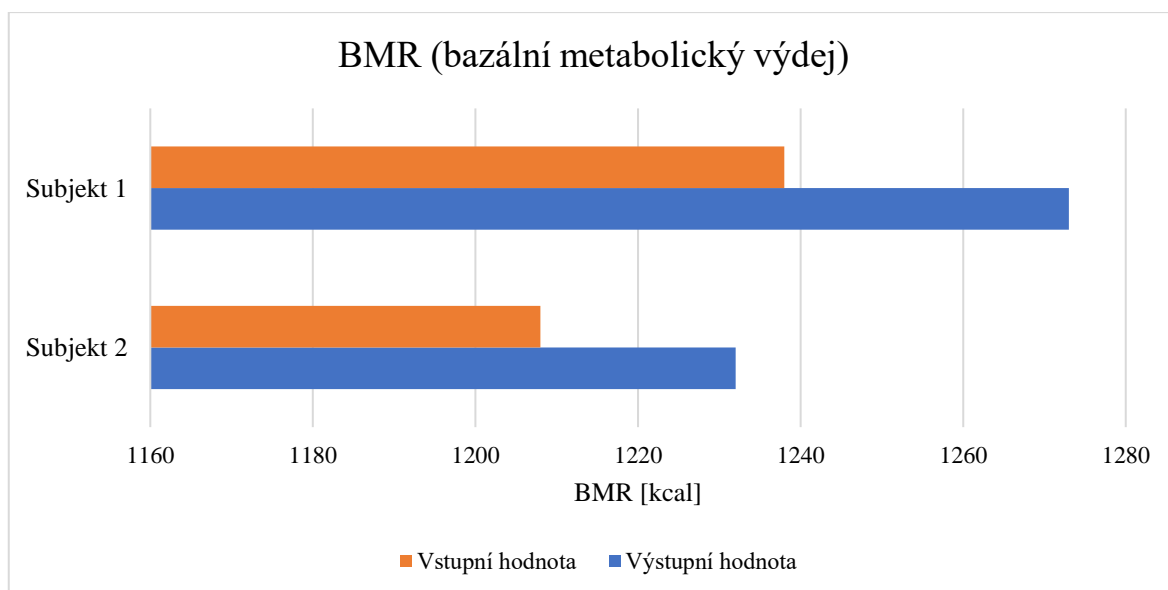
Z rozdílů v grafu 3 je patrné, že subjekt 1 dosáhl v určitých bodech lepších výsledků. A to ve větším nárůstu svalové tkáně, což lze zdůvodnit suplementací BCAA, které chrání svalovou hmotu a zvyšují její tvorbu. Úbytek tukové tkáně je v obou případech stejný. Index tělesného tuku se u prvního dvojčete snížil o něco více.

*Graf 3: Konečné rozdíly měření subjektů 1,2*

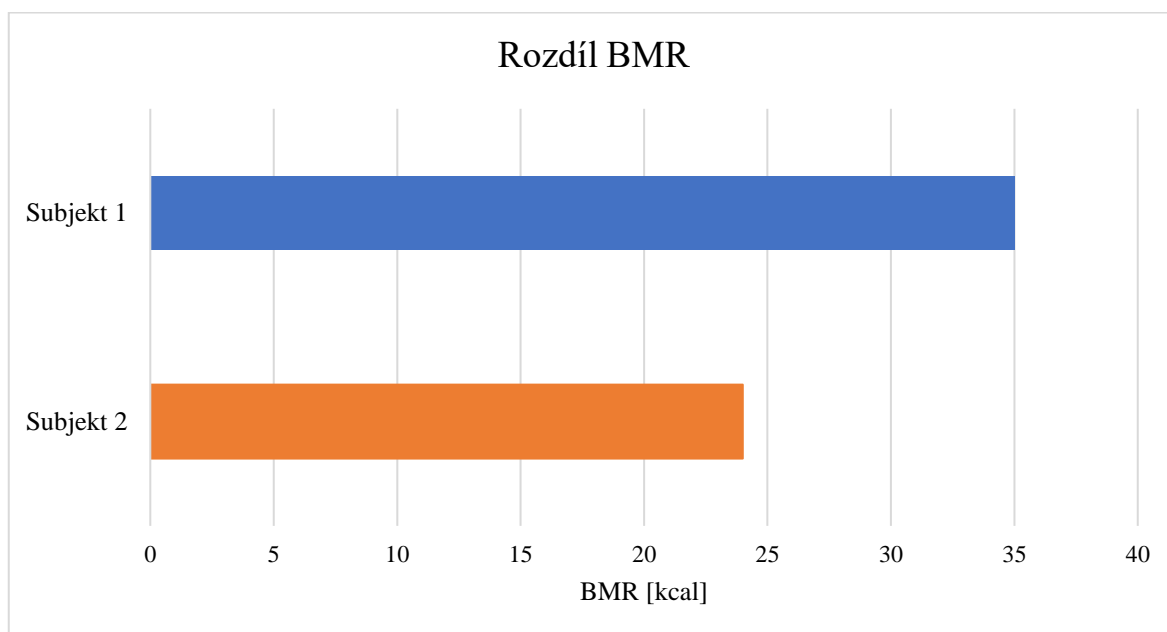


Z Graf 4 a 5 je patrné, že u subjektu 1 došlo k většímu nárůstu bazálního metabolismu, což může být důsledkem používání spalovače FAT KILLER, který obsahuje stimulant a jedním z jeho účinků je zvýšení bazálního metabolismu.

*Graf 4: Vstupní a výstupní hodnoty BMR subjektů 1,2*



Graf 5: Výsledný rozdíl BMR subjektů 1,2



Na základě zpracování a analýzy dat a následného vyhodnocení výsledků lze vyhodnotit stanovené hypotézy výzkumu, kterými byly:

**Hypotéza číslo 1 – Předpokládáme, že nárůst svalové tkáně bude u subjektu 1 vyšší než u subjektu 2.**

Z tabulky 15 je patrné, že k nárůstu svalové hmoty došlo o obou subjektů. I přesto, že byl dodržován stejný tréninkový program i stravování pozorujeme větší nárůst svalové tkáně, o 0,4 kg, u subjektu 1. Subjekt 1 používal již zmiňovaný Prom-in BCAA Synergy obsahující arginin alfa-ketoglutarát a glutamin, který podpořil nárůst svalové hmoty.

Tab. 15: Hypotéza č. 1 – Nárůst svalové tkáně subjektů

Svalová tkáň [kg]		
	Subjekt 1	Subjekt 2
<b>Měření 10.10.2017</b>	21,9	21,1
<b>Měření 16.1.2018</b>	22,9	21,7
<b>Konečný rozdíl</b>	1	0,6

V odborné literatuře je arginin v kombinaci s L-glutaminem je považován za účinný doplněk k budování svalové hmoty [26,27,28,29,30,31,32,33,34]. Stimuluje tvorbu růstového hormonu, který podporuje nárůst čisté svalové hmoty a podle některých studií (Kanaley JA) užívajících perorální arginin ukázala, že při dávkách 5–9 g argininu denně došlo ke zvýšení klidové hladiny růstového hormonu minimálně o 100 %, při kombinaci se

cvičením bylo zvýšení ještě výraznější [24]. Subjekt 1 také po dobu výzkumu pociťoval daleko menší svalovou únavu a regeneraci mezi tréninky zvládal rychleji. Roli zde také sehrála suplementace Prom-in BCAA Synergy. Výsledek studie, které se zúčastnilo třicet zdravých mužských sportovců (věk:  $22,66 \pm 1,46$ ) potvrzuje, že perorální suplementace L-argininu snižuje hladinu laktátu v krvi a může mít příznivé účinky na svalovou únavu [25].

Na základě uvedených údajů **hypotézu č. 1 přijímáme.**

**Hypotéza číslo 2 – Předpokládáme, že úbytek tukové tkáně nebude rozdílný u obou subjektů.**

Z tabulky 16 je zřejmé, že v tomto případě hraje nejdůležitější roli vhodná strava. Úbytek tukové tkáně je u obou subjektů stejný, i přesto, že subjekt 1 užíval již zmíněné suplementy.

*Tab. 16: Hypotéza č. 2 – Úbytek tukové tkáně subjektů*

Tuková tkáň [kg]		
	Subjekt 1	Subjekt 2
<b>Měření 10.10.2017</b>	18,4	18,4
<b>Měření 16.1.2018</b>	15,8	15,8
<b>Konečný rozdíl</b>	-2,6	-2,6

I v tomto případě na základě uvedených údajů **hypotézu č. 2 přijímáme.**

Lidé se často domnívají, že užíváním karnitinu dojde k usnadnění redukce tělesné hmoty, zejména tedy k redukci tukové tkáně. Podle ojedinělé studie Foehrenbach et al. (1993) byl zaznamenán úbytek podkožního tuku po 3 týdenním podávání 30mg/kg tělesné hmotnosti karnitinu vrcholových sportovců, i když celková hmotnost zůstala bez změny. Možný vliv podávání karnitinu na usnadnění redukce tělesné hmotnosti a množství podkožního tuku nebyl zatím jednoznačně prokázán a je třeba je důkladněji prozkoumat.

**Hypotéza číslo 3 – Předpokládáme, že subjekt 1 bude mít vyšší nárůst bazálního metabolismu než subjekt 2**

Z tabulky 17 lze zjistit, že k vyššímu nárůstu bazálního metabolismu došlo u subjektu 1. Odůvodnit se to dá jednat tím, že nám hodnotu bazálního metabolismu zvyšuje i nárůst svalové tkáně, což se u subjektu 1 zvýšilo více a také nesmíme opomenout, že subjekt 1 používal před tréninkem suplement spalovač FAT KILLER, který obsahuje stimulant a jedním z jeho účinků je zvýšení bazálního metabolismu.

*Tab. 17: Hypotéza č. 3 – Nárůst bazální metabolismu subjektů*

Bazální metabolický výdej [kcal]		
	Subjekt 1	Subjekt 2
<b>Měření 10.10.2017</b>	1238	1208
<b>Měření 16.1.2018</b>	1273	1232
<b>Konečný rozdíl</b>	35	24

**Hypotézu č. 3 přijímáme i v tomto případě.**

## 6. Závěr

Bakalářská práce na téma „Vliv kombinace potravních suplementů na tělesné složení u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě“ je rozdělena na část teoretickou a praktickou.

První část teoretické části bakalářské práce je věnována významu výživy ve sportu a pojednává o důležitosti správného stravování, jak v obecné rovině, tak na úrovni rekreačních, výkonnostních či vrcholových sportovců.

V další části se práce zaměřuje na energetickou bilanci, která zahrnuje energetický příjem a výdej. V úseku energetického příjmu se věnujeme jednotlivým makronutrientům – sacharidům, tukům a bílkovinám a dále mikronutrientům – vitamínům, minerálům v obecném pojetí a jejich významu ve sportu. Energetický výdej je vyjádřený bazálním metabolismem, fyzickou aktivitou a termickým efektem potravy. Součástí je také zmíněná důležitost pitného režimu pro každého jedince, zvláště pak pro sportovce a v neposlední řadě jsou také součástí kapitoly doplňky stravy, tedy suplementy, které nám doplňují živiny ve stravě, hlavně tedy ve sportovní oblasti. Další kapitola práce se zabývá výživou jednotlivých populačních skupin dle intenzity pohybové aktivity v závislosti na úrovních provozování určitých sportů. Jedná se o výživu inaktivních jedinců, rekreačních, vytrvalostních a vrcholových sportovců.

Cílem studie bylo zjistit rozdíly úbytku tělesné tukové hmoty, nárůstu tělesné svalové hmoty a zvýšení hodnoty bazálního metabolického výdeje u jednovaječných dvojčat dobu tří měsíců. Byl dodržován stejný stravovací režim a tréninkový program. Jediný rozdíl byl v tom, že jedno z dvojčat (subjekt 1) po celou dobu výzkumu užívalo určené suplementy před a po tréninku. Pro účely výzkumu jsme celé měření prováděli pomocí bioimpedančního měření na přístroji InBody 230 a dle naměřených hodnot vstupních a výstupních jsme vyhodnotili výsledné rozdíly. Na základě výsledků byly všechny tři hypotézy přijaty.

Cílem bylo také dokázat, že není nutné, aby především ženy, užívaly suplementy k dosažení rychlejšího úbytku tukové tkáně. Pokud je u rekreačních či výkonnostních sportovců dodržována vhodná strava a při pravidelná pohybová aktivita, lze zlepšení tělesného složení dosáhnout i bez použití suplementů. Vrcholoví sportovci se většinou bez suplementace k dosažení maximálního výkonu neobejdou.

## Seznam použitých zkratk

BCAA	aminokyseliny s rozvětveným řetězcem
BMI	index tělesné hmotnosti (Body mass index)
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EEO <sub>2</sub>	energetický ekvivalent pro kyslík
GI	glykemický index
HCA	Hydroxycitronová kyselina
HDL	lipoproteiny o vysoké hustotě (high-density lipoproteins)
IGF-1	monomerní polypeptid (insulin-like growth hormone-1)
LDL	lipoproteiny o vysoké hustotě (low-density lipoproteins)
MCT	olej obsahující triglyceridy se středně dlouhým řetězcem
RQ	respirační kvocient
TEF	termický efekt stravy
VO <sub>2</sub>	spotřeba kyslíku
WP	syrovátková bílkovina (whey protein)

## Seznam použité literatury

- [1] SVAČINA, Štěpán. *Klinická dietologie*. Praha: Grada Publishing,a.s., 2008. ISBN 978- 80-247-2256-6.
- [2] VILIKUS, Zdeněk a kolektiv. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 1. Praha: Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-264-0.
- [3] NAVRÁTIL, Leoš a kolektiv. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 2. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0210-5.
- [4] CHERNUS, Andrea, SKOLNIK, Heidi. *Výživa pro maximální sportovní výkon*. 1. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3847-5.
- [5] CLARKOVÁ, Nancy. *Sportovní výživa*. 3. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4655-5.
- [6] MANDELOVÁ, Lucie, HRNČÍŘÍKOVÁ, Iva. *Základy výživy ve sportu*. Brno: Masarykova univerzita. 2007. ISBN 978-80-210-4281-0
- [7] FOŘT, Petr. *Sport a správná výživa*. 1. Praha: Ikar, 2002. ISBN 80-249-0124-2.
- [8] DOLEČEK, Rajko, STŘEDA, Leoš, CAJTHAMLOVÁ Kateřina. *Nebezpečný svět kalorií – Z pohledu tří lékařů*. 1. Praha: Ikar, 2013. ISBN 978-80-249-2113-6.
- [9] Welburnová, H. *Výživa a tělesná zátěž*. Brno: Drobek Publishing. 2004. Neprodejná publikace
- [10] HOLEČEK, Milan. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. 1. Praha: Grada, 2006. ISBN 8024715627.
- [11] KLEINEROVÁ, Susan. *Fitness výživa Power Eating program*. 2. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5289-1.
- [12] PASTUCHA, Dalibor a kolektiv. *Tělovýchovné lékařství Vybrané kapitoly*. 1. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4837-5.
- [13] MACHOVÁ, Jitka, KUBÁTOVÁ, Dagmar a kolektiv. *Výchova ke zdraví*. 2. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5351-5.
- [14] MACH, Ivan, BORKOVEC, Jiří. *Výživa pro fitness a kulturistiku*. 1. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4618-0.
- [15] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, ve znění pozdějších předpisů. In Sbírka zákonů ČR
- [16] KONOPKA, Peter. *Sportovní výživa*. 2004. ISBN 80-7232-228-1.
- [17] MAUHGAN, R., BURKE, L. *Výživa ve sportu – Příručka pro sportovní medicínu*. Praha: nakladatelství Galén, 2006. ISBN 80-7262-318-4.



- [18] KUNOVÁ, Václava. *Zdravá výživa*. 2. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3433-0.
- [19] KLEINWACHTEROVÁ, Hana, BRÁZDOVÁ, Zuzana. *Výživový stav člověka a způsoby jeho zjišťování*. 2. Brno: NCO NZO, 2005. ISBN 978-80-7013-336-1.
- [20] LIBOR, Flemr a kolektiv. *Pohybové aktivity ve vědě a praxi*. 1. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2621-5.
- [21] PANAGIOTAKOS, D., et al. Determinants of physical inactivity among men and women from Greece: a 5-year follow-up of the ATTICA study. *Annals of epidemiology*, 2008, vol. 18, no. 5.
- [22] WILDMAN, Robert, MILLER, Barry, WILBORN, Colin. *Sports and Fitness Nutrition*. 2. USA: Kendall Hunt Publishing, 2013. ISBN 978-0757593307.
- [23] ECONOMOS, C., BORTZ, S., NELSON, M. Nutritional practices of elite athletes. Practical recommendations. *Sports medicine*, 1993, vol. 16, no. 6. Dostupné z <http://www.bodybuilding.com/fun/xcell3.htm>
- [24] KANALEY, JA. (2008) Growth hormone, agrinine and exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. (pp. 50-4).
- [25] Muazzezaneh A, Keshavarz SA, Yaraghi SA, et al. Effect of L-Arginine supplementation on blood lactate level and  $V_{O2max}$  at anaerobic threshold performance. *KAUMS Journal (FEYZ)* 2010; 14: 200-208.
- [26] Antonio J, Street C. Glutamine a potentially useful supplement for athletes. *Can J Appl Phys* 1999; 24: 1-14.
- [27] Max SR. Glucocorticoid-mediated induction of glutamine synthetase in skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 325-330.
- [28] Tong BC, Barbul A. Cellular and physiological effects of arginine. *Mini Rev Med Chem* 2004; 4: 823-832.
- [29] Joyner MJ. Glutamine and arginine: immunonutrients and metabolic modulators? *Exerc Sport Sci Rev* 2005; 33: 105– 106.
- [30] Campbell B, Roberts M, Kerkick Ch, et al. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine alfa-ketoglutarate in trained adult men. *Nutrition* 2006; 22: 872-881.
- [31] Chen S, Kim W, Henning SM, et al. Arginine and antioxidant supplement on performance in elderly male cyclists: a randomized controlled trial. *J Internat Society Sports Nutr* 2010; 7: 13.

- [32] Santos RS, Pacheco MTT, Martins RABL. Study of the effect of oral administration of L-arginine on muscular performance in healthy volunteers: An isokinetic study. *Isokinetics and Exercise Science* 2002; 10: 153–158.
- [33] Muazzezaneh A, Keshavarz SA, Yaraghi SA, et al. Effect of L-Arginine supplementation on blood lactate level and VO<sub>2</sub>max at anaerobic threshold performance. *KAUMS Journal (FEYZ)* 2010; 14: 200-208.
- [34] Buford BN, Koch AJ. Glycine-Arginine- $\alpha$ -Ketoglutaric Acid Improves Performance of Repeated Cycling Sprints. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 583–587.

## Seznam tabulek

Tab. 1: Fyziologická energetická hodnota živin [1].....	11
Tab. 2: Příklady potravin obsahující sacharidy s množstvím energie [5].....	12
Tab. 3: Hranice indexu tělesné hmotnosti [8].....	18
Tab. 4: Příklady vitamínů s uvedením doporučených denních dávek a jejich zdrojů [6]...	18
Tab. 5: Příklady makroelementů s uvedením jejich doporučených denních dávek [6].....	20
Tab. 6: Příklady mikroelementů s uvedením jejich doporučených denních dávek [6].....	20
Tab. 7: Odhad energetického výdeje na fyzickou aktivitu [6].....	24
Tab. 8: Termický efekt jednotlivých živin a smíšené stravy obsahující 55 % sacharidů, 30 % a 15 % proteinů [10].....	24
Tab. 9: Běžné ztráty vody v závislosti na teplotě prostředí dospělého člověka [13].....	25
Tab. 10: Denní trénink zaměřený na posilování dolních končin a hýždí.....	35
Tab. 11: Příklad jednodenního jídelníčku.....	36
Tab. 12: Naměřené hodnoty a následné rozdíly subjektu 1.....	39
Tab. 13: Naměřené hodnoty a následné rozdíly subjektu 2.....	40
Tab. 14: Výsledné rozdíly subjektů 1,2.....	40
Tab. 15: Hypotéza č. 1 – Nárůst svalové tkáně subjektů.....	43
Tab. 16: Hypotéza č. 2 – Úbytek tukové tkáně subjektů.....	44

Tab. 17: Hypotéza č. 3 – Nárůst bazální metabolismu subjektů.....	45
---	----

## Seznam grafů

Graf 1: Vstupní a výstupní naměřené hodnoty subjektu 1.....	41
Graf 2: Vstupní a výstupní naměřené hodnoty subjektu 2.....	41
Graf 3: Konečné rozdíly měření subjektů 1,2.....	42
Graf 4: Vstupní a výstupní hodnoty BMR subjektů 1,2.....	42
Graf 5: Výslední rozdíl BMR subjektů 1,2.....	43

## Seznam obrázků

Obr. 1: Základní složky denního výdeje energie.....	21
Obr. 2: Spalovač FAT KILLER.....	37
Obr. 3: Prom-in BCCA Synergy.....	38
Obr. 4: Přístroj InBody230.....	39

## Protokol o úplnosti náležitostí bakalářské práce

**Titul, jméno, příjmení** Anna Kvízová

**Název práce** Vliv kombinace potravních suplementů na tělesné složení u jednovaječných dvojčat při srovnatelné sportovní aktivitě

**Vedoucí práce** doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Prohlašuji, že jsem odevzdal (a) vysokoškolskou kvalifikační práci v souladu s:

**Opatřením rektora č. 6/2010** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3470.html>)

**Opatřením rektora č. 8/2011** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3735.html>)

**Opatřením děkana č. 10/2010** (dostupné z [http://www.lfl.cuni.cz/file/21321/opad10\\_10.pdf](http://www.lfl.cuni.cz/file/21321/opad10_10.pdf))

Zároveň prohlašuji, že jsem do Studijního informačního systému vložil (a) plný text vysokoškolské kvalifikační práce včetně všech povinných souborů podle typu práce:

- abstrakt ČJ
- abstrakt AJ

Při vkládání textu práce a všech souborů jsem postupoval (a) podle návodu dostupného z [http://www.lfl.cuni.cz/file/25838/navod\\_vkladani\\_prace.pdf](http://www.lfl.cuni.cz/file/25838/navod_vkladani_prace.pdf).

Nahrané soubory jsem následně zkontroloval (a).

Odpovídám za správnost a úplnost elektronické verze práce a všech dalších vložených elektronických souborů.

1 exemplář práce svázaný v pevné plátěné vazbě + CD ROM s e-verze práce v příloze obsahuje všechny povinné náležitosti:

Příloha č. 1 – Titulní strana, Prohlášení diplomanta, Identifikační záznam, abstrakt v ČJ a AJ - [http://www.lfl.cuni.cz/file/21323/opad10\\_10\\_pril1.pdf](http://www.lfl.cuni.cz/file/21323/opad10_10_pril1.pdf)

Příloha č. 6 – Prohlášení zájemce o nahlédnutí - [http://www.lfl.cuni.cz/file/21329/opad10\\_10\\_pril6.pdf](http://www.lfl.cuni.cz/file/21329/opad10_10_pril6.pdf)

Datum: 24.4.2018

Podpis studenta

Kvízová

Kontrolu úplnosti náležitostí provedla osoba pověřená garantem:

**Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta  
Kateřinská 32, Praha 2**

**Prohlášení zájemce o nahlédnutí  
do závěrečné práce absolventa studijního programu  
uskutečňovaného na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zpřístupněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo kopie závěrečné práce, jsem však povinen/a s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci.

<b>Příjmení, jméno (hůlkovým písmem)</b>	<b>Číslo dokladu totožnosti vypůjčitele (např. OP, cestovní pas)</b>	<b>Signatura závěrečné práce</b>	<b>Datum</b>	<b>Podpis</b>

*hruška*